

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09081785
PUBLICATION DATE : 28-03-97

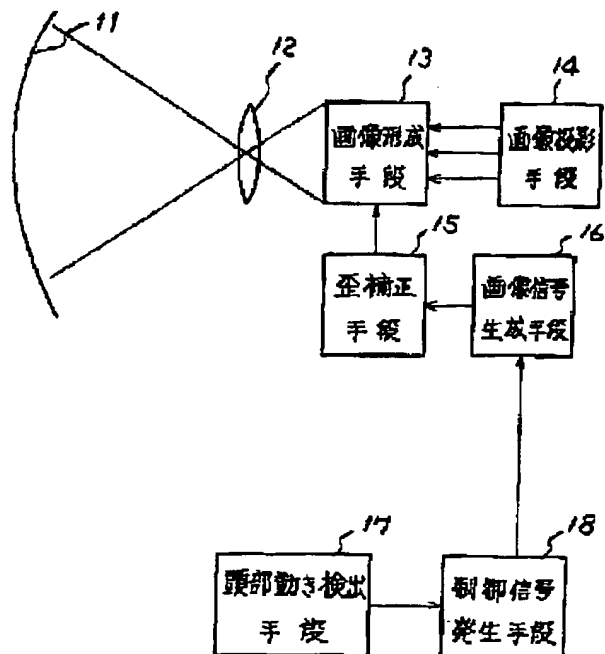
APPLICATION DATE : 13-09-95
APPLICATION NUMBER : 07259457

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : TAKASHIMA KAZUHIRO;

INT.CL. : G06T 17/40

TITLE : IMAGE PROJECTION DEVICE AND
EQUIPMENT CONTROLLER



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized, lightweight image projecting device which provides an image space giving more presence than before by composing the device of a nonflat screen and a small-sized projecting machine in one body, optically or electronically correcting image distortion which is generated in principle, and mounting a three-dimensional head movement detecting function.

SOLUTION: The image projecting device is equipped with the nonflat screen 11 on which a projection image is displayed, an image signal generating means 16 which generates an image signal for projection, an image forming means 13 which generates the image to be projected with the image signal, an image projecting means 14 which projects the image formed by the image forming means 13, a projection optical system 12 which forms the projection image formed by the image forming means 13 on the screen 11, a distortion correcting means 15 which electronically corrects distortion generated by a projection optical system consisting of the projection optical system 12, screen 11, and projection image forming means, a head movement detecting means 17 which detects the movement of a head part, and a control signal generating means 18 which controls the image signal with the detection signal from the head part movement detecting means 17.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-81785

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 T 17/40

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/62

技術表示箇所

3 5 0 K

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願平7-259457

(22) 出願日 平成7年(1995)9月13日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 流石 三夫

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 福元 富義

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 高島 和宏

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

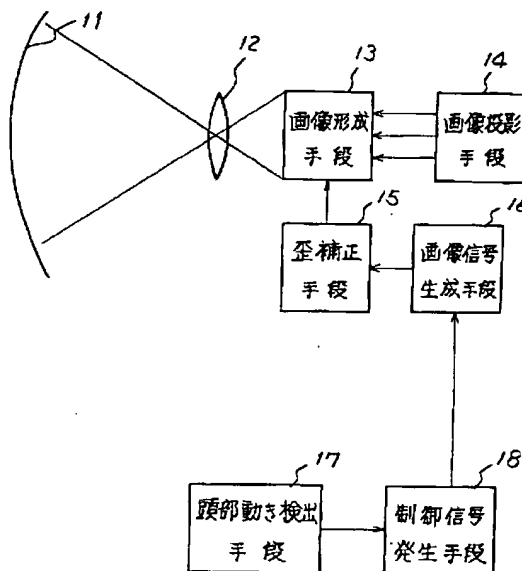
(74) 代理人 弁理士 外川 英明

(54) 【発明の名称】 画像投影装置および機器制御装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明の目的は非平面なスクリーンと小型の投影機を一体化した構成で、原理的に発生する画像歪を光学的或いは電子的に補正し、かつ三次元的な頭部の動き検出機能を搭載することにより、従来以上に臨場感ある画像空間を提供する小型軽量の画像投影装置を実現する。

【構成】 投影画像を表示する非平面なスクリーンと、投影する画像信号を生成する画像信号生成手段と、その画像信号から投影する画像を形成する画像形成手段と、画像形成手段によって形成された画像を投影する画像投影手段と、画像形成手段で形成された投影画像をスクリーン上に結像させる投影光学系と、投影光学系とスクリーン及び投影画像形成手段から構成される投影光学系で生じる歪を電子的に補正する歪補正手段と、頭部の動きを検出する頭部動き検出手段と、頭部動き検出手段からの検出信号により画像信号を制御する制御信号発生手段とを具備することを特徴とする画像投影装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 投影すべき画像を表示するための非平面なスクリーンと、

このスクリーンに投影する画像信号を生成するための画像信号生成手段と、

この画像信号生成手段で生成した画像信号に歪を加える歪補正手段と、

この歪補正手段によって歪を加えられた画像信号から前記スクリーンに投影すべき画像を形成する画像形成手段と、

この画像形成手段によって形成した画像をスクリーン上に投影するための画像投影手段と、

この画像投影手段によってスクリーン上に投影された画像を結像させる投影光学系とを具備することを特徴とする画像投影装置。

【請求項2】 投影すべき画像を表示するための非平面なスクリーンと、

頭部の動きを検出する頭部動き検出手段と、

この頭部動き検出手段によって検出した頭部の動きにより前記スクリーンに投影する画像信号を生成するための画像信号生成手段と、

この画像信号生成手段で生成した画像信号に歪を加える歪補正手段と、

この歪補正手段によって歪を加えられた画像信号から前記スクリーンに投影すべき画像を形成する画像形成手段と、

この画像形成手段によって形成した画像をスクリーン上に投影するための画像投影手段と、

この画像投影手段によってスクリーン上に投影された画像を結像させる投影光学系とを具備することを特徴とする画像投影装置。

【請求項3】 頭部の動きを検出する頭部動き検出手段と、

この頭部動き検出手段によって検出した頭部の動きに応じた動作量を生成する動作量生成手段と、

この動作量生成手段によって任意のタイミングで生成された動作量を、頭部の動作の基準量として保持する基準量保持手段と、

この基準量保持手段によって保持されている基準量をもとに、前記動作量生成手段によって生成された動作量から頭部の角度の変化量を生成する変化量生成手段と、

頭部動作の基本動作パターンを記憶してなる動作パターン記憶手段と、

この動作パターン記憶手段に記憶された動作パターンをもとに、前記変化量生成手段によって生成された頭部の角度の変化量から頭部の動作を認識するための認識手段と、

この認識手段によって認識された頭部の動作に対応して機器の制御を行うための制御手段とを具備したことを特徴とする機器制御装置。

【請求項4】 前記基準量保持手段は、ヘッドセットの装着を自動的に検出後、あるいは使用者による装着確認操作後、あるいは電源投入後に動作量を保持することを特徴とする請求項3記載の機器制御装置。

【請求項5】 頭部が体に対して正面を向いていることを検出するための正面検出手段を有し、前記変化量生成手段において、角度の変化量を補正することを特徴とする請求項3記載の機器制御装置。

【発明の詳細な説明】

10 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は画像信号を投影して、スクリーン上に結像させる画像投影装置に関する。また、使用者の頭部動作を検出し、これに対応して各種機器の制御を実行する機器制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

(1) 従来、画像をスクリーンに投影する画像投影装置は、主にスクリーンと投影装置が別々に構成されている。図29から図32に画像投影装置の従来例を示す。図29は映画館やホームシアター等で使用されている画像投影装置の水平方向からの外観図である。301は平面スクリーン、302は投影機で図に示すようにスクリーンと投影機は正対位置に置かれる。303はこの時の投影画像である。

【0003】 このシステムは多人数を対象として大画面で臨場感ある画像を楽しめる反面、広いスペースで照明を消した状態での投影が必要である等、物理的な制約も多く、かつ機器自体が大型で消費電力も大きい。

【0004】 図30はプラネタリウムに見られるようなスクリーンが平面でなく、球面にして臨場感ある大画面を投影する従来例である。この場合、球面スクリーン311に投影機312で画像を直接投影すると原理的に図30(a)の投影画像に図30(c)に示すように樽型歪が生じるため、投影画像自身にこれとは逆に予め糸巻き歪図30(b)が生じるように電子的な補正をかけることにより、歪の少ない投影画像図30(d)を生成する従来例もある。

【0005】 これに対して、個人用の投影画像装置としては図29と同様な構成のハンディプロジェクタや図31に示すような頭部搭載型の投影装置がある。ハンディプロジェクタは個人用で投影機もコンパクトで投影するスペースはさほど必要としないが、それでも大画面(40インチを想定)の投影には投影距離が2メートル前後必要である。

【0006】 図31は頭部搭載型の投影装置であるが、この装置は画像自体を投影するものではない。投影機321で透過型のスクリーン322上に投影するのは情報データであり、その情報データを外界の像323と別表示あるいは重ね合わせて表示するものである。

50 【0007】 一方、タイプが異なる個人用の頭部搭載型

ディスプレイも開発されてきている。図32はその原理を示す図である。このタイプでは両眼の前に小型の画像表示装置333、344を配置して、そこで表示される画像を接眼レンズ331、332によって拡大された虚像335を鑑賞する。

【0008】この例は前述した例がスクリーン上に実像を形成するのに対して、眼の調節機能を使って虚像を鑑賞する方式であり方式的に異なるが、形状をコンパクトに出来るという特長がある。

【0009】しかし、鑑賞中絶えず眼の調節機能を使い続けるため、眼精疲労が大きいという問題点がある。このように従来例ではスクリーン上に実像を投影する方式で、かつ個人用の臨場感あふれる画像を楽しめる画像投影装置は存在しない。

【0010】また、頭部搭載型の画像表示装置においてバーチャルリアリティの分野やゲーム応用の分野では頭部の動きを検出する機能を備えた装置も開発されているが、いずれも画像表示装置としては虚像を鑑賞する方式で、本発明で採用する実像投射型の装置は存在しない。

(2) また近年、頭部の動きを検出し、これに対応して機器を制御する装置が多くなってきた。

【0011】例えば、頭部の動きに合わせて頭部装着型ディスプレイに表示する映像を変えるシステムや遠隔地にあるテレビカメラの姿勢を変えるシステムなどがある。このようなシステムにおける頭部の動き、あるいは傾き角度を得る方法は、大きく以下の二方式に分類できる。

【0012】一つは、頭部の動き、あるいは傾き角度を表現するための基準となる位置に信号源、あるいはこれに相当する装置を用意し、磁気、超音波、CCDカメラによる映像などによって頭部の動きを検出し、その基準点を原点として頭部の位置を絶対値として得る方式であり、もう一つは、頭部に装着されたヘッドセットに組み込まれている頭部の運動、あるいは傾き角度を単独に検出できるセンサによって、そのセンサからの出力自体、あるいはそれに基づいた処理の結果から頭部の位置を得る方式である。

【0013】このうち、前者の方式は、頭部の動きを絶対値として精度よく得ることができる、使用者に非接触で検出できることなどがあり、頭部以外の位置に基準点用の装置の設置が必要である、検出手段(磁気、光、音、映像など)によっては、基準点と頭部の間、あるいはその周辺に、それを遮るもの、あるいは影響を与えるものがあってはならない、頭部の位置を基準点との位置関係から得るために画像処理、磁界検出などの処理が必要でこれに時間がかかることなどがある。

【0014】一方、後者の方式には、位置検出の精度が比較的低いが、検出速度は速い、検出に際して使用環境に影響されにくく、影響を与えにくい、また使用者はヘ

ッドセットのみを取扱うだけでよい、つまり装置規模を小型化できるなどの特徴がある。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

(1) 以上述べてきたように、従来のスクリーンに実像を投影する画像投影装置では臨場感あふれる大画面を投影するためには広いスペースが必要であり、かつ装置自体が大型になる傾向がある。

【0016】また、現在一般家庭用も製品化されているが、ある程度のスペース、あるいは投影上の制約から個人が手軽に臨場感あるれる画像が楽しめるようなコンパクトなものではない。

【0017】また、虚像を鑑賞する方式の頭部搭載型の表示装置は形状的にコンパクトになるが眼の調節機能を絶えず使う為、眼精疲労が著しいという問題がある。

(2) 図36にヘッドセット10に組み込まれた速度、あるいは加速度、あるいは角速度、または傾斜角などの一動作方向の頭部動作を単独に検出できるn個のセンサ101~10nによって頭部の動きを単独に検出する方式の従来例を示す。このような構成の装置では、最初に設定した頭部の位置からの相対値として傾き角度を信号処理部によって順次得ていき、この値を基に制御対象機器1の制御を実行する。

【0018】しかしながら、このような従来の構成では、頭部の傾きを表すための基準となる使用者の基本姿勢が明確には規定されていないため、旋回角度(ヨー角)、前後屈角度(ピッチ角)、左右屈角度(ロール角)からなる傾き角度に体系的に変換することが困難である。なぜなら、最初に設定する頭部の位置によって傾き角度を得る原点および空間座標軸が異なってしまうからである。

【0019】また、頭部に装着されたヘッドセット10に組み込まれる速度、あるいは加速度、あるいは角速度、または傾斜角などの一動作方向の頭部動作を単独に検出できるn個のセンサ101~10nには、同一の運動を行っても、その動作が行われたときの頭部の位置状態の違いによって出力が異なる場合、あるいはドリフトによって出力が経時変化する場合がある。

【0020】さらに、複数のセンサ101~10nを用いると、ある方向の頭部の動作に対してそれを検出するため以外のものが反応することがある。さらに、傾き角度を得るために行う演算処理上の誤差、あるいは量子化誤差などが累積することによって、常に正しい傾き角度が得られると限らない。加えて、この種の装置を長時間使用する場合には、軽量化したとしても一般的なヘルメット程度の重量のあるヘッドセット10を装着して頭部を動かすこと、さらにはディスプレイに表示された映像、あるいは装置自体の動作状況などを凝視し続けることが必要なことから使用者が意識する、しないにかかわらず生理的、あるいは心理的な負担が大きくなってしま

う。

【0021】本発明の目的は、上記のような問題点を鑑み、まず、頭部の動きを単独に検出するセンサによって正確な動きを得ること、さらに頭部の傾き角度を体系的に得るための使用者の基本姿勢を規定し、そのときの位置を基準量として保持すること、またこの基準量を保持するタイミングも規定し、この基準量に基づいて頭部の傾き角度を安定して得つづけること、加えて装置の使用時間を制限する手段を有することによって、取扱いが容易で、使用者の身体への負担の少ない、快適な操作性の頭部動作検出による機器制御装置を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明は、投影すべき画像を表示するための非平面なスクリーンと、このスクリーンに投影する画像信号を生成するための画像信号生成手段と、この画像信号生成手段で生成した画像信号に歪を加える歪補正手段と、この歪補正手段によって歪を加えられた画像信号から前記スクリーンに投影すべき画像を形成する画像形成手段と、この画像形成手段によって形成した画像をスクリーン上に投影するための画像投影手段と、この画像投影手段によってスクリーン上に投影された画像を結像させる投影光学系とを具備することを特徴とする。

【0023】また、投影すべき画像を表示するための非平面なスクリーンと、頭部の動きを検出する頭部動き検出手段と、この頭部動き検出手段によって検出した頭部の動きにより前記スクリーンに投影する画像信号を生成するための画像信号生成手段と、この画像信号生成手段で生成した画像信号に歪を加える歪補正手段と、この歪補正手段によって歪を加えられた画像信号から前記スクリーンに投影すべき画像を形成する画像形成手段と、この画像形成手段によって形成した画像をスクリーン上に投影するための画像投影手段と、この画像投影手段によってスクリーン上に投影された画像を結像させる投影光学系とを具備することを特徴とする。

【0024】

【作用】

(1) 本発明は上述したように高倍率な投影光学系と、小型で非平面なスクリーンを一体化し、かつ頭部の三次元的な動きを検出する機能を搭載することにより、眼精疲労が少なく、従来以上に臨場感ある画像を提供する頭部搭載型画像投影装置を実現する。

【0025】頭の上に置いた小型の画像投影装置から投射された投影画像を顔の前方に配置した広い視野角を持つ非平面なスクリーン上に投影すると共に、頭部の三次元的な動きを動き検出機能によって検出し、画面を制御することにより臨場感ある画像空間を実現できる。

(2) また、本発明の頭部動作検出による機器制御装置は、上記構成および手段によって、正確な頭部の動き

による動作量を得ること、さらに頭部の傾き角度を規定するための使用者の姿勢を規定し、このときの動作量を規定されたタイミングで基準量として保持することにより、この基準量と動作量から頭部の動きを単独に検出するセンサによって傾き角度を安定して得ることができ

る。
【0026】その上、装置の使用経過時間、あるいは使用者のまばたきの回数の増加率、あるいは閉眼継続時間に基づき装置の使用時間を制限して使用者の身体への負担が大きくなりすぎないようにできる。

【0027】

【実施例】

〈実施例1〉図1に本発明請求項1の実施例を示す。画像信号はまず画像生成手段16において画像形成手段13に表示可能な信号形態に変換される。この画像生成手段は外部からの画像入力に対して変換することも可能であるし、また、自身で画像を蓄積し、それに対して変換することも可能であるものとする。そして変換後、歪補正手段15に入力される。通常、入力される画像信号は幾何学的な歪は全く含まれていない。

【0028】従来の投影装置での投影（投影機とスクリーンが正対している場合）では投影レンズ自体が持つわずかな歪を除けば、幾何学的な歪が生じないため問題はなかったが、本発明ではスクリーンと投影機（以下図1の構成要素11～16をまとめた総称として用いる）は構成上、正対の位置関係にないため、原理的に幾何学的な歪が発生する。この歪補正手段ではスクリーンと投影機との位置関係によって生じる歪とは逆特性の歪を画像生成手段によって生成した信号に印加して投影画像の歪を軽減する。

【0029】ここで歪補正された画像信号は画像形成手段13で投影画像に変換される。画像形成手段で形成された画像は、画像投影手段14と高倍率の投影レンズ12によって非平面なスクリーン11に臨場感ある画像として投影される。

【0030】また、これとは別に頭部に搭載した頭部動き検出手段では頭部の三次元的な動きを検出して、制御信号発生手段にて頭部の動きに対応した制御信号を発生させ、これによって画像生成手段で生成する信号自身を変化させれば、よりインタラクティブで臨場感ある画像空間を生成することが出来る。

【0031】図2は本発明による頭部搭載型画像投影装置を装着した状態を示す。ここでは図を簡単にするため、図1における12～16を画像投影部23、また、17、18を動き検出部24として表現する。この図から明かなように従来の投影装置に比べ、非常にコンパクトでありながら臨場感ある画像を楽しむことが出来る。

【0032】図3は具体的な画像の補正の様子を示した図である。図3(a)は歪のない画像、図3(c)は歪補正なしの状態では非平面なスクリーンに対して斜め上か

10

20

30

40

50

ら投影した場合の画像であり、入力画像にこれとは逆特性の歪図3(b)を加えることにより最終的に歪の少ない投影画像図3(d)をスクリーン上に形成する。

【0033】本発明ではスクリーンの形状を非平面とするが、従来の平面スクリーンに対しての特長を図4を用いて説明する。ここでは非平面スクリーンとして球面を例にとり水平方向の図で説明するが、垂直方向に関しても同様なことがいえるので省略する。 *

$$L_1 = 2d \times \tan \theta$$

$$L_2 = 2d \times \theta$$

で求められる。上式より明かなように $\theta \ll 1$ においては $\tan \theta = \theta$ と置けるが、 θ が増加するに従って L_1 、 L_2 となる。

【0036】例えば $d = 1$ (m) で画角が90度($\theta = \pi/2$)では $L_1 = 2$ (m)、 $L_2 = 1.57$ (m) となり、球面スクリーンと同一画角を平面スクリーンで実現しようとする、30%近く大きくする必要がある。画角を大きくすれば、この差はさらに広がる。また平面スクリーンの投影の場合、従来例と同様に投影機とスクリーンを別にす

る場合には投影時に周りの照明を消すなどして暗くする必要はある。

【0037】また、平面スクリーンと投影機を一体化するとかなり大型になってしまう。本発明のように非平面なスクリーンと投影機を一体化すれば、周囲に影響を与えず(影響を受けず)に投影することが出来、かつスクリーン以外は視野に入らないため投影画像に没頭することが出来る。ただ、構成的に画面の周辺にいくほど歪が大きくなるが、本発明ではこの歪を考慮した補正信号を画像信号生成手段からの信号に加えることにより歪が少

なく、かつ臨場感あふれる画像を楽しむことが出来る。

【0038】本発明の他の実施例を図5に示す。51は筐体内部に形成された非平面なスクリーン、52は投射光学系、53は画像形成手段、54は投影機本体、55は後側被写界深度、56は前側被写界深度、57は投影機からスクリーンまでの平均的な距離の延長した線、58は投射レンズの光軸に対して垂直な軸の延長線、59は画像表示装置の軸の延長線である。

【0039】本実施例では57、58、59の3つの延長線が一点Pに集まるように傾けた配置にし、この状態で投影光学系の被写界深度内におさまるような構成をとる。

【0040】このような関係にすると、シャインブルフの法則により投影スクリーンの平均的な面に対して被写界深度に依らず全面にピントを合わせることが出来る。本発明ではスクリーンが平面でない為、スクリーン全体にピントを合わせる為には光学系の被写界深度に頼わざるを得ないが、図6に示すように従来の投影機とスクリーンの位置関係をそのまま適用する場合(スクリーンと投影光学系と画像形成手段が平行な関係)に比べ、スク

*【0034】図4で41は平面スクリーン、42は球面スクリーン、43は頭の上に配置した投影機を示す。この図4で投影機からスクリーンまでの距離を d (m)、投影レンズの半画角を θ (rad) とすると、投影に必要な水平方向な長さは平面スクリーンと球面スクリーンでそれぞれ L_1 、 L_2 とするとほぼ次式で求められる。

【0035】

【数1】

$$----- (1)$$

$$----- (2)$$

リーン全体にピントを合わせるのに必要な被写界深度を浅くすることが出来る。被写界深度は概略的にレンズのF値に比例することから、被写界深度を浅く出来るということは投射レンズ自体のF値を小さく出来ることになる。このことは画像を投影する光源の光量を有効に使えることを意味する。これは、同一の投影画像の明るさを得るための光源の電力を従来よりも少なく出来、省電力化にもつながる。本実施例によれば、より明るくピントのあったクリアな投影画像を得ることが出来る。

【0041】図7～図9は本発明の変形例を説明する図である。図7は光学系の基本的な投影倍率の関係を示す。71は投影機、72は投影レンズ、73は画像形成手段による像である。

【0042】この時の投影倍率は投影レンズの主点から投影機までの距離を s_1 、 s_2 、 s_3 、主点から画像投影手段の像までの距離を s'_1 、 s'_2 、 s'_3 とすると、画面端と画面中心では次式で表せる。

【0043】

【数2】

$$m_1 = s_1 / s'_1$$

$$m_2 = s_2 / s'_2$$

$$m_3 = s_3 / s'_3$$

これは、投影レンズに正対した平面スクリーンでの投影では $m_1 = m_2 = m_3$ となり一様な倍率になるが、スクリーンと投影レンズが正対しない場合や、正対してもスクリーンが平面でない場合は投影画面内の倍率は一様にならないため、歪が生じる。

【0044】図8は本発明の変形例の水平断面である。81は投影画像の歪を低減するために非球面化したスクリーン、82は曲率半径が一定な球面上のスクリーン、83は画像形成手段、84は投影機である。82のスクリーンの場合、図7同様に球面スクリーンでの投影倍率を定義すると、 $m_2 > m_1$ 、 m_3 となり、図より明かなように画面中心部に比べ画面周辺部では投影倍率は著しく減少する。

【0045】この結果、投影画面には樽型歪が生じ画質が著しく劣化する。この場合、中心部に比べ周辺部の倍

率が低い場合周辺部の画像の倍率を電子的に上げることで歪を補正することも可能ではあるが、電子的な補正では画質劣化を抑えるためには複雑な処理が必要となり、リアルタイム処理が必要な動画等の投影には適さない。
 【0046】本発明の特徴は電子的な歪補正による投影画像の画質が許容限界内に入るようにスクリーンの曲率を連続的に変化させる。図8では視覚的に許容できる歪の範囲の水平画角を θH とすると、それ以外の($\theta H \sim \theta$)が画像歪の補正領域となる。この範囲での補正は画面中心倍率に比べ低いため、倍率を上げる(拡大)操作が必要である。この補正を電子的な補正で画質が許容で*

球面スクリーンの場合

非球面スクリーンの場合

となり、球面スクリーンに比べ周辺部の倍率は増加し、中心部の倍率との差は減少する。この結果、スクリーン形状による歪補正を行った上で電子的な補正を施すことにより投影画像の歪を許容範囲内に抑えることが出来る。

【0048】図9は本発明を垂直方向に適用した図である。91は歪を軽減するために非球面化したスクリーン、92は球面スクリーン、93は画像形成手段、94は投影機である。投影機とスクリーンとの関係は水平方向に関しては左右対称であるが、垂直方向に関しては投影機を頭上に配置する関係上、画面上半分と下半分では歪特性が逆になるため曲率半径の変化も互いに逆になる。上半分では画面中心に対しては投影レンズとスクリーン間の距離が短く、倍率が低くなるため倍率を上げるように球面スクリーンの曲率半径よりも距離が大きくなるように非球面化し、下半分ではこれとは逆に倍率を抑えるように球面スクリーンの曲率半径よりも距離が短くなるように非球面化をおこなう。この場合も水平方向同様、非球面化する曲率はさらに電子的な補正をかけた後の投影画像の歪が許容範囲内に納まるように設定する。このように電子的な歪補正を考慮して、スクリーンの曲率半径を非球面化することにより、コンパクトで歪の少ない画像投影装置を実現することが出来る。

【0049】図10、図11は本発明の別の変形例を説明する図である。ここでは本発明の垂直断面を例にとって説明する。111は非平面なスクリーン、112は投影レンズ、113は画像形成手段、114は歪補正手段、115は画像入力手段である。この場合、投影レンズとスクリーンとの距離は投影画面の中心を基準にとると上半分では距離が短く、下半分では距離が長くなる。

【0050】従って、投影画面は上から下に行くにつれて投影倍率は増加の一途を辿り、画面上端と下端では著しい歪が生じる(図11(a))。この歪の補正に関しては電子的な補正、或いはスクリーンの非球面化による補正が有効なことは上述した通りであるが、本実施例

* ける範囲は電子的補正のみで行い、それ越える範囲については電子的補正の他にスクリーン形状による補正とを組み合わせる補正を行う。図8では補正領域での補正が電子的な補正領域を越えている場合であり、補正領域でのスクリーン形状を破線で示すように連続的に変化させる。これにより、スクリーン形状による投影画像の周辺部の倍率は次のように変化する(スクリーン形状は左右対称であるので $m1=m3$)。

【0047】

【数3】

$$m1 = S1/S'1$$

$$m1 = (S1+S'1)/S'1$$

ではさらに投影レンズ自身の特性に投影光学系で発生する歪とは逆特性の歪を与えることにより投影画像の歪を低減する。本実施例では投影レンズに図11(b)のような糸巻き歪を予め持たせることにより、結果的に図11(c)に示すように投影画像の歪を低減する。このように投影レンズでも歪の補正を行うことにより電子的な補正、及びスクリーンの非球面化による補正の負担を軽減出来るため、簡単な構成で歪の少ない頭部搭載型画像投影装置を実現することが出来る。

【0051】図12は本発明の他の変形例を示す。この実施例ではスクリーンに画像を投影する投影レンズとは別に歪補正を行う光学系を設けている。図で131は非平面なスクリーン、132は投影光学系、133は歪補正光学系による倒立実像面、134は歪補正光学系、135は画像形成手段、136は歪補正手段、137は画像信号生成手段、138はスクリーンの平均的な結像面である。

【0052】まず、投影光学系のみでは図13(a)に示すような歪が生じてしまう。この場合、画面下方にいくに従って光学系とスクリーンとの距離が大きくなるため垂直方向の倍率は増加する。そしてそれと共に水平方向にも曲率を持つため、図のような非線形な歪が生じる。この歪は次のように説明出来る。曲面のスクリーンに対しての平均的な結像面を仮定して倍率を概算すると画面最上部と最下部での倍率は、(図で示す歪補正光学系による倒立実像面に対するスクリーン上の投影画像の倍率)

【0053】

【数4】

$$\text{最上部倍率} \quad mu = d3/d4$$

$$\text{最下部倍率} \quad md = d1/d2$$

ここで $md > mu$ であるために歪が生じている。従ってこのアンバランスさを補正光学系で補い、トータルの倍率の差が小さくなるようにすれば、歪は大幅に低減出来る。

【0054】そのためには、歪補正光学系と画像形成手段を図12のように配置する。図の関係において、画像形成手段で形成される画像に対する歪補正光学系によって形成される倒立実像面の最上部倍率と最下部倍率は、

【0055】

【数5】

$$\begin{aligned} \text{最上部倍率} & \quad m_{cu} = L1/L2 \\ \text{最下部倍率} & \quad m_{cd} = L3/L4 \end{aligned}$$

となり、歪をなくすためには $mu \cdot m_{cd} = md \cdot m_{cu}$ となるように歪補正光学系134と画像形成手段の配置を決定すればよい。この時、補正光学系とそれによる結像面と画像形成装置のそれぞれの延長線は1点pに集まるように配置（シャインブルフの法則）することによって画面全体にピントを合わせることが出来る。

【0056】図13(b)は補正光学系単体の歪特性である。光学系の特性を厳密に考慮すると、非線形な特性となるが、ここでは単純に幾何学的な配置による歪特性を示す。これによって電子的な補正手段136によらずとも投影画像の歪は大幅に軽減される(図13(c))。

【0057】また、装置の種々の制限によって倍率を厳密に一致させることが出来なくても、この光学的な補正により、電子的補正、スクリーン形状による補正等の負荷を軽減することが出来る。

【0058】図14～図17本発明の他の実施例を説明する図である。図14(a)は従来の画像投影装置の投影状態を示す。151はスクリーン、152は投影レンズ、153は画像形成手段を示す。

【0059】この時の画角に対する周辺光量比の変化を図14(b)に示す。図14(b)に示すように周辺光量は画角 θ に対して $\cos \theta$ の4乗に比例して低下する。

【0060】従来の画像投影装置では画角が比較的小さいが、投影レンズとスクリーンまでの距離を大きくすることによって大画面を実現していたため、必要な明るさを得るために光源を強くする必要はあったが、周辺光量の低下はさほど問題とならなかった。

【0061】しかし、本発明では肉眼に比較的近い位置に臨場感ある大画面を投影するため、必然的に投影レンズの画角は従来の投影レンズに比べかなり大きくなり、周辺光量低下が画質に及ぼす影響は大きい。このため、本実施例では画角の増加に伴う周辺光量低下を改善する。

【0062】図15(a)は本発明の垂直断面を示す。161は非平面なスクリーン、162は投影レンズ、163は画像形成手段である。図15(b)はスクリーンの反射率が一樣な場合の周辺光量比(1 θ /10)を示す。図15(b)に示すように画面中心に対して上半分(θ 方向)と下半分($-\theta$ 方向)では周辺光量の低下が

アンバランスであり、かつ画角を大きくすると低下量とアンバランスさが増加して画質を著しく劣化させる。

【0063】図16(a)は本発明の垂直断面を示す。171は非平面なスクリーン、172は投影レンズ、173は画像形成手段である。図16(b)はスクリーンの反射率が一樣な場合の周辺光量比を示す。この場合も垂直断面と同様に画角によって周辺光量が大きく低下するため、画質が大きく劣化する。

【0064】以上述べたように、非平面なスクリーンの反射率が一樣なままでは画面と投影位置によって周辺光量の劣化が著しい。本実施例では、スクリーンの反射率を投影箇所によって変化させることによって周辺光量の低下による画質劣化を提言させる。

【0065】図17はスクリーンの反射率を投影箇所によって連続的に変化させることによって、周辺光量の低下を許容範囲内に抑える例である。図17(a)～(c)は図15の垂直断面に適用した例である。図17(a)はスクリーンの反射率が一樣な場合の周辺光量比、図17(b)は周辺光量比の低下を低減するために連続的に変化させたスクリーンの反射率、図17(c)は補正後の周辺光量比である。このように光学系の周辺光量比の低下とは逆特性をスクリーンの反射率に持たせることにより、画質を大幅に改善出来る。

【0066】以下に、本発明に搭載する動き検出機構の実施例について説明する。まず、図18を用いて説明する。本発明で説明する頭部搭載型画像投影装置は、それ自体独立に頭部の動きを検出する機能を有している。従って、内部に装着時に基準となる状態量を設定し、それに対する動き検出センサ出力の変化を感知することにより、頭部の動きを検出する。

【0067】従来、動き検出機能を有するバーチャルリアリティシステムやゲームセンター等では動き検出を磁気センサを用いて行ってきた。これはソース(直交コイル)で発生させた磁界中にセンサ(直交コイル)を置くとセンサに電流が誘起され、これを検出することで状態量の位置、角度を検出する。この方式は精度よく動きが検出される反面、原理的に動きを検出するセンサとは別に固定のソース部分が必要であり、装置自体が大型かつ、価格的にも高価になるというデメリットがある。

【0068】本発明に搭載する動き検出機能はそれ自体で独立し、かつ実用上問題のない動き検出を低価格なシステムで実現することを目的としている。図18は装着状態を検知して基準値を初期設定して動き検出動作に入るまでのフローチャートを示す。図のような動作を行い、装着時の各動き検出センサの状態を初期値として設定し、以後は初期値からの変位置によって頭部の動きを検出することにより、単体で自立した動き検出機能を実現することが出来る。

【0069】図19は本発明を説明する図である。本発明は従来の画像投影装置とは異なり、投影装置の他に頭

部の動き検出機能も搭載している。頭部の動きは図19に示すように大きく次の3つに分けられる(a:頭部左右方向の傾き, b:頭部前後方向の傾き, c:頭部の水平方向の回転)。

【0070】従って、この3つの動きを検出することによって、頭部の3次元的な動きは検出できる。本実施例ではこの動き検出手段として、a, bに関しては傾き角検出センサを用い、cに関しては角速度検出センサによって動きを検出する。

【0071】図20は各々のセンサの取付状態を示す。211は頭部の左右方向の傾きを検出する傾斜角センサ、212は頭部水平方向への回転を検出する角速度検出センサ、213は頭部前後方向の傾きを検出する傾斜角センサである。211と213は同じ傾斜角センサであるが、角度の検出感度が互いに90度ずれた状態で最大となるように配置する。

【0072】図20では各々の傾斜角センサがx, y軸上に配置されているが、これは必ずしも軸上である必要はなく同一平面上で各々がx軸, y軸に平行でかつ、互いに検出方向が90度ずれた状態に配置されていれば問題はない。角速度センサについてはほぼ頭部の回転中心の位置に配置し、水平方向の回転を検出する。

【0073】図21は、図20に示すように、各センサを配置した場合の検出角度と出力との関係を示す。図21(a)は傾斜角センサ211に対応する検出角度と入出力特性、図21(b)は角速度センサ212に対応する検出角速度と入出力特性、図21(c)は傾斜角センサ213に対応する検出角度と入出力特性である。各々のセンサは正負の角度あるいは角速度に対して線形の入出力関係を示すので、これらのセンサ出力から容易に頭部の三次元的な動きを検出することが出来る。

【0074】また、角速度センサについては出力をそのまま示したが、傾斜角センサと同様に角度を検出する場合には、初期設定を行った後、それに対して角速度センサ出力を積分すれば角度(状態量)を求めることが出来る。

【0075】本発明の実施例を図22~図25を用いて説明する。図22は本実施例で使用する頭部の水平方向の回転を検出する角速度センサの回転軸がずれた場合の入出力特性を示す。図に示すように回転軸(この例ではz軸)に対して角度 θ だけ傾斜した場合の出力電圧 E_{θ} は傾斜角が増加するに従って著しく減少する。本発明で提案する頭部搭載型画像投影装置では、装着する人によって装着状態は千差万別であり、装着者によって回転中心がバラバラになる可能性がある。このため、角速度センサ1つで全ての範囲をカバーしようとすると、場合によっては頭部の動作検出感度が著しく劣化する可能性がある。

【0076】ここでは、この動作検出感度の劣化を防止するために頭部水平方向の回転角速度を検出する角速度

センサを複数個配置して装着者の回転中心に一番近い角速度センサを用いて回転動作を検出する。

【0077】図23に複数個の角速度センサの配置状態を示す。図は本発明の頭部搭載型画像投影装置を背面から見た図である。この実施例では角速度センサを3個配置した例を示す。図中242、243、244は回転軸を角度 θ ずつ傾斜させた位置に配置した角速度センサである。配置する位置は左右方向については中心軸245を移動するものとする。それぞれの角速度センサは互いに動き検出の感度が許容限界内になる傾斜角度 θ おきに配置する。

【0078】図24は各センサの傾斜角に対する感度を示す。図からわかるように各センサの感度のピークが傾斜角 θ 毎に現れるため1つの傾斜角センサでの検出に比べ、広範囲で様な感度での検出が可能となる。

【0079】図25を用いて本実施例の動作の流れを説明する。まず、本発明の画像投影装置を装着し、頭部を水平に回転させた時に回転軸が異なる複数個の角速度センサからの出力261、262、263を出力比較手段264で比較し、その中で出力が一番大きいセンサをセンサ指定手段265で指定し、それ以後の動き検出に関しては指定されたセンサ出力を用いて行う。このようにすることにより、広範囲な装着状態に対して様な動作検出が可能となる。

【0080】図26の実施例では頭部の動きを検出するために3個の角速度センサを使用する。図26に角速度センサの取付け位置を示す。271はZ軸を中心とした回転、272はY軸を中心とした回転、273はX軸を中心とした回転を検出する。

【0081】本実施例では回転によって全ての頭部の動きを検出するため、センサの取付け位置は回転軸か或いは回転軸から検出感度が許容できる範囲内に置く必要がある。このようにすることによって頭部の3次元的な動きを検出することが出来る。ここで用いる角速度センサはそのままの出力では動きに対する変化量のみを検出するため、用途によって状態量として検出する場合にはセンサ出力を積分することによって状態を検出することも可能である。この例においても同様に装着時にセンサからの出力を初期値として記憶し、以後この初期値からの変化量によって動き検出を行うことにより、単体で独立した動き検出機能を実現することが出来る。

【0082】図27、図28の実施例を示す。図27(a)は、その一実施例を示す。頭部動き検出手段からの出力で視野変化変換手段で視野変化を検出した後、制御信号発生手段を介して画像信号生成手段で生成される画像信号のうちで視野に相当する範囲を投影画像として選択する。図27(b)は画像信号生成手段で生成される画像信号の表示可能範囲283で視野に相当する画像表示範囲284、285、286を示す。ここでは画像生成手段で生成される画像範囲は視野に相当する画像表

示範囲を十分カバーできるように非常に画角の広いものとする。

【0083】これに対して視野に相当する画像表示範囲は正面を向いている場合には284を表示する。そして頭部を動かして頭部動き検出手段が左斜め上を向いている場合には、視野変化変換手段によって285の範囲をスクリーン281上に投影する画像として選択する。同様に頭部の動きが右斜め下を向いていると判断した場合には286の画像表示範囲を選択する。このようにすれば頭部の動きによって視野に相当する画像を容易に切り替えることが出来れば、臨場感ある画像を楽しむことが出来る。

【0084】図28(a)はもう一つの実施例を示す。図27では画像の表示範囲を画像信号生成手段を用いて視野によって切り替えたが、この実施例では画像の信号源を外から供給する画像発生装置に直接視野変化に関連する制御信号を入力し、入力画像自体を変化させる方式である。図28(b)は頭部の動き検出によって切り替える表示画像を示す。293は正面を向いている状態での投影画像表示範囲、294は左斜め上を向いたと判断した時の投影画像表示範囲、295は右斜め下を向いたと判断した時の投影画像表示範囲である。

【0085】この方式では外部の画像発生装置で入力画像を生成させるため、本発明の画像投影装置は簡単な構成でよく、また画像発生装置として処理能力の高いコンピュータ等を用いれば、かなり高度なバーチャルリアリティ空間を実現することも可能である。

【0086】実施例1をまとめると、以下のようになる。

1、頭部に装着する画像投影装置において、投影画像を表示する非平面なスクリーンと、投影する画像信号を生成する画像信号生成手段と、その画像信号から投影する画像を形成する画像形成手段と、画像形成手段によって形成した画像をスクリーン上に投影するための画像投影手段と、画像形成手段で形成された投影画像をスクリーン上に結像させる投影光学系と、投影光学系とスクリーン、及び投影画像形成手段から構成される投影光学系で生じる歪を電子的に補正する歪補正手段と、頭部の動きを検出する頭部動き検出手段と、頭部動き検出手段からの検出信号により画像信号を制御する制御信号発生手段とを具備することを特徴とする。

2、前記スクリーンが投影光学系の被写界深度内に入るようにスクリーンに対して画像形成手段、及び投影光学系を傾けることを特徴とする。

3、前記スクリーンの曲率半径は、投影光学系で発生する歪を低減するために投影箇所において連続的に変化させることを特徴とする。

4、前記投影光学系の投影レンズは、投影光学系によって生じる歪と逆特性の歪曲収差をもつことを特徴とする。

5、前記歪補正手段は、投影光学系とは別に設けた歪補正光学系により投影光学系の歪とは逆特性の歪を投影画像に加えて歪を補正することを特徴とする。

6、前記スクリーンの反射率は投影光学系の周辺光量の低下を補正するように投影中心から画面周辺にいくにつれて増加させることを特徴とする。

7、前記動き検出手段は、本発明画像投影装置を装着時の状態を初期値として記憶し、以後はその初期値からの変化を検出することで頭部の動き検出動作を行うことを特徴とする。

8、前記頭部動き検出手段は二軸の傾斜角検出センサと一軸の回転角速度センサを用いて、頭部の三次元運動を検出することを特徴とする。

9、前記頭部動き検出手段における頭部の水平方向の回転の検出は、頭部左右中心軸上に配置された複数の角速度センサの中で装着者の頭部の回転運動に対して一番出力の大きい角速度センサを選択し、水平方向の角度を検出することを特徴とする。

10、前記頭部動き検出手段は、互いに直交する3軸の回転運動を検出する3個の角速度センサにより頭部の三次元運動を検出することを特徴とする。

11、前記画像信号を制御する制御信号発生手段は、頭部の三次元運動による視野の変化を投影画像に対して行わせることを特徴とする。

(実施例1の効果) 上述したように、本発明は構成上発生する幾何学的な歪を電子的或いは光学的な補正を施すことにより、眼精疲労が少なくかつ小型軽量でありながら、大画面が楽しめ、さらに搭載している頭部動き検出機能によって臨場感ある画像空間を生成する画像投影装置を実現する。

(実施例2) 以下、図面に基づいて本発明の実施例を説明する。

【0087】図33は、本発明に係わる実施例の構成を示したブロック図の一例である。本実施例の頭部動作検出による機器制御装置は、速度、あるいは加速度、あるいは角速度、または傾斜角などの一動作方向の頭部動作を単独に検出できるn個のセンサ101~10n、動作量生成部342、基準量保持部343、状態量生成部344、変化量生成部345、動作パターンメモリ部346、頭部動作認識部347、制御信号生成部348、制御実行処理部349からなり、センサ101~10nは動作量生成部342に接続され、この動作量生成部342は、基準量保持部343、状態量生成部344、変化量生成部345に接続される。

【0088】また、基準量保持部343は状態量生成部344に、状態量生成部344は変化量生成部345、頭部動作認識部347、および制御信号生成部348に、変化量生成部345は頭部動作認識部347、制御信号生成部348に接続される。

50 【0089】さらに、動作パターンメモリ部346は頭

部動作認識部347に、頭部動作認識部347は制御信号生成部348に、制御信号生成部348は制御実行処理部349に、制御実行処理部349は制御対象機器341に接続される。

【0090】動作量生成部342は、図34に示すようなスピーカ3511、マイク3512などを備えるヘッドセット3510に組み込まれた速度、あるいは加速度、あるいは角速度、または傾斜角などの一動作方向の頭部動作を単独に検出できるn個のセンサ101~10nを備え、これらの出力を、それぞれに、あるいは組み合わせさせて動作量と呼ぶ量に順次変換する。この動作量とは、図35に示すように動作量生成部342によって、例えば、直交する3軸方向のそれぞれの移動速度を検出できるようにヘッドセット3510に設置された3つのセンサ101~103からの出力を V_x 、 V_y 、 V_z とすると、ある時刻tにおける動作量Mは、それぞれ単独に動作量a14のように、

【0091】

【数6】

$$Mtx = f(Vx)$$

$$Mty = f(Vy)$$

$$Mtz = f(Vz)$$

と規定、あるいは必要に応じてこれらを組み合わせると動作量b15のように、

【0092】

【数7】

$$Mt = f(Vx, Vy, Vz)$$

と規定されるセンサの出力に基づく頭部動作を表現する量である。前者の動作量a14のようにそれぞれのセンサ101~103の出力を個々の動作量として扱うと、処理をそれぞれ独立して行えるため回路構成を単純にできる。これは、図69に示す従来例でも行われている処理である。

【0093】本発明では、さらに、ある時刻における制御に必要な出力が一つ、あるいは二つと変化するとき、あるいは制御には3軸すべての方向の頭部動作情報が必要ないときなど、それぞれのセンサ101~103の出力を選択的に処理することにより、すべてのセンサ101~103の出力を常に扱う場合に比べて信号の伝送および処理効率を向上させることも念頭に入れている。

【0094】さらに、異なる種類のセンサ101~10nによって頭部動作を検出するときなどには、同じ時刻に検出されたセンサの出力であっても、動作量a14のようにして、それぞれ独立して後段の処理を行うと、それらの処理時間の違いにより結果として得られる頭部動作が実際とは時間的にずれてしまう。また、組み込まれた全センサ101~10nの出力の相互関係が得られる

と、すべてのセンサ101~10nの出力に変化が生じない状態の検出、つまり静止状態の検出やある時刻に行われている頭部動作の3次元の方向ベクトルの検出などが容易であるため、頭部動作をより正確に把握することができる。以上のような理由から、本発明においては後者の動作量b15のようにして、ある時刻に検出されたそれぞれのセンサ101~10nの出力を組み合わせる取り扱いことを考慮した点も従来例と異なっている。

【0095】図69の従来例で示したような構成の装置では、動きを単独に検出できるセンサから頭部の傾き角度を体系的に得ることは、頭部の傾きを表すための基準となる使用者の基本姿勢が一般には規定されていないため困難である。そこで、本発明に係わる頭部動作検出による機器制御装置では、図36のような姿勢、いわゆる使用者が正面を向いている状態を基準の頭部位置とすることにし、そのときの動作量、あるいはセンサの出力を頭部の傾き角度を得るための基準量として基準量保持部343で保持する。

【0096】このようにすることによって、速度、あるいは加速度、あるいは角速度、または傾斜角などの一動作方向の頭部動作を単独に検出できるセンサによっても頭部の傾き角度を体系的に得ること、つまり本発明に係わる頭部動作検出による機器制御装置、制御制御対象機器341、および使用者の間での頭部の状態を一つの座標系で共有できる。なお、図36中の正中面とは「身体を左右の相半に分つ中心面」と、頭頂点とは「頭部の正中面における最高点」と定義されている人体寸法計測に関する用語である。また、保持される基準量は、センサの種類、特性によって静止状態を示す値、あるいは傾き角度を示す値であるなどその性質が異なってもよい。

【0097】基準量保持部343における基準量の保持は、装置を起動してヘッドセット3510を装着後、あるいはヘッドセット3510を装着して装置を起動後に、図36で規定した姿勢、つまり正面を向いた状態で行うことを基本とする。図37に示すように、基準量保持部343では、まず、ある時刻における動作量の読み込みを行い(S201)、これをヘッドセット3510の装着、あるいは使用者による装着確認操作、あるいは装置への電源投入、あるいは装置による任意のタイミングの何れかの基準量保持タイミングが検出されたかを判断し(S202)、これが検出されるまで繰り返す。この基準量保持タイミングが検出された直後、あるいは任意に設定できる遅延時間後に、読み込んだ動作量を基準量として保持する(S203)。

【0098】さらに、基準量の保持が終了したことを別途用意するLEDの点灯などの保持完了通知手段によって使用者に通知(S204)して処理を終える。この保持完了通知によって、使用者は予め設定された基準量保持タイミングで保持が行われなければ、再び装着確認操作を、あるいは装置自身の再起動を行うなどの対応を迅

速に行うことができる。

【0099】以降は、このようにして保持された基準量を頭部の姿勢を表すための基準値として頭部の傾き角度を得る。このように、図69に示した従来例と違って、基準量保持の基本姿勢だけではなくそのタイミングまでも規定し、この保持が正しく行われたかを使用者が容易に確認できるようにした。

【0100】基準量保持部343において、図37に示した処理の基準量保持タイミングが検出されたかを判断し（S202）、これが検出された後に、図37に示すようにセンサの出力Vが予め設定していた許容値R以上か、あるいは頭部の傾き角度に対応して得られるセンサの出力Vが予め設定していた許容値R以上かを判断するステップ（S205）を加え、センサが故障しているよって出力が異常である、あるいは使用者が正面を向いていないで頭部が傾いていることなどによって、異常な値、あるいは基本姿勢以外での基準量の保持を行わないようにする。また、この追加ステップ（S205）で、ある時間間隔のセンサの出力の変化 ΔV が予め設定していた許容値R以上かをも判断し（S205）、このときには頭部が静止していないとして基準量の保持を行わないようにする。このようにすると、基準量を常に規定された条件下で正しく保持することができる。

【0101】ヘッドセット3510の装着を自動的に検出するためには、図39のように頭部に固定するために顎や後頭部などで留めるベルトの接合部をスイッチとする、あるいは固定に伴うヘッドセット3510内壁面の圧力、温度の変化を検出する、さらには内壁面間に設置した光学的スイッチの遮断を検出するなどの方法がある。

【0102】また、装着確認操作とは、使用者によるヘッドセット3510装着の完了後に正面を向いた状態で行われる別途用意するコントローラに設置されたボタンの押下、あるいはスイッチの入切などの自発的操作である。このようにして、使用者に基準量保持のための操作であることを意識させることにより、任意のタイミングでより確実に基準量を保持することができる。

【0103】状態量生成部344は、動作量生成部342で得られた動作量と基準量保持部343に保持されている基準量から図40で規定された各角度軸に対する旋回角度（ヨー角）、前後屈角度（ピッチ角）、左右屈角度（ロール角）を演算し、それぞれの角度情報を状態量と呼ぶ量として順次変換する。ある時刻tの状態量 θ_t は、このときの旋回角度を θ_y 、前後屈角度を θ_p 、左右屈角度を θ_r とすると、 $\theta_t = f(\theta_y, \theta_p, \theta_r)$ と規定される。このように処理することによって、従来例などは困難であった頭部の傾き角度を体系的に得ることができる。

【0104】状態量生成部344では、図41に示すように、まずその時刻の動作量を読み込む（S206）。50

次に、保持されている基準量を読み込み（S207）、状態量を得るための演算を行う（S208）。この状態量を得るために行う演算は、基準量を基にして行われ、センサの出力が速度などの変化量の場合は積分であり、傾斜角度などの角度値の場合は減算である。また、図42のように状態量は、それぞれの角度軸において基準量を保持した際の使用者の基本姿勢、つまり正面を向いている状態を0度とする相対角度（ $\pm \theta$ ）として扱うことを基本とする。当然、相対角度の符号情報（+または-）のみで頭部の姿勢の大まかな様子を得て、制御を実行することも可能である。

【0105】変化量生成部345は、連続した頭部動作に伴う動作量、あるいは状態量のある時間間隔における変化分を演算し、これを変化量と呼ぶ量とする。変化量は、図43に示すように演算する時間間隔を Δt とすると、動作量M、あるいは状態量 θ の変化分なので、

【0106】

【数8】

$$\Delta M = M_{tn} - M_{tn-1}$$

$$\Delta \theta = \theta_{tn} - \theta_{tn-1}$$

と規定できる。なお、変化量を求める演算を行う時間間隔は、センサの特性、制御対象機器341の仕様、または使用者の要求に応じて任意に設定できるものとする。

【0107】本発明においては、頭部動作に伴う変化量、あるいは状態量に応じて逐次、制御対象機器341を制御するのみではなく、ある時間間隔の一連の頭部動作に応じた動作パターンによる制御を行うこともできる。そのために、動作パターンメモリ部346は、状態量、あるいは変化量またはその両方からなる様々な頭部動作の基本動作パターンを予め格納している。

【0108】例えば、制御対象機器341の制御に状態量 θ のみからなる基本動作パターンPが必要な場合、図44（a）のように、状態量と基本動作パターンが1対1の関係で対応づけられたテーブル形式で格納される。また、状態量 θ と変化量 ΔC の両方からなる基本動作パターンPが必要ならば、図44（b）のように、状態量、変化量と基本動作パターンが2対1の関係で対応づけられたテーブル形式で格納される。

【0109】頭部動作認識部347は、図45に示すように、まず、頭部動作から順次得られる状態量、あるいは変化量またはその両方を読み込む（S209）。これらと動作パターンメモリに格納されているデータを比較（マッチング処理）して、一連の頭部動作を基本動作パターンの何れかの動作として、あるいはそれ以外の動作として識別する（S210）。そして、この頭部動作識別処理の結果を出力する（S211）。さらに、別途用意するLEDの点灯などの通知手段によって使用者に通知する（S212）。

【0110】制御信号生成部348は、動作認識部によ

って認識された認識結果、あるいは状態量、あるいは変化量に基づいて、予めそれらの頭部動作に対応して設定されている制御対象機器341の制御に必要な制御信号を出力する。これらの使い分けは、制御に必要な頭部動作の違いによって、あるいは使用者の要求によって自由に設定できるものとする。例えば、頭部の傾き角度、つまり状態量に応じて頭部装着型ディスプレイに表示する映像の視野を変えるシステムでは、状態量 θ と映像の視野を制御するための制御信号Dを1対1に対応して図46のように設定して格納しておけばよい。

【0111】制御実行処理部349は、制御信号生成部348からの制御信号によって、所定のインタフェースを介して制御対象機器341の制御を実行する。制御対象機器341には、頭部動作に対応して映像の視野を変える頭部装着型ディスプレイやテレビカメラの姿勢を変える装置などがある。

【0112】なお、このような制御対象機器341が外部からの制御信号によって制御できるようになっていない場合や装置の小型化が必要な場合には、本発明に係わる頭部動作検出による機器制御装置の全体、あるいは一部を制御対象機器341の信号処理部の一部分として組み込み、あたかも一体の装置であるかのように構成することもできる。

【0113】頭部動作が行われる時点の頭部の状態によってセンサの出力が変化する場合がある。例えば、図47(a)のような構造の傾斜角センサ4820を考える。この傾斜角センサ4820は、図47(b)のように、内部の振子4822が重力方向に移動することによって傾斜角を検出する。このセンサをX軸方向の検出をするように設置した場合、図47(c)のように直交するY軸方向の傾斜角が大きくなるにつれて回転軸4821部の摩擦が大きくなり振子4822がスムーズに重力方向に移動できなくなる。その結果、X軸方向の傾斜角を正しく検出できなくなる。また、センサの出力が速度などの瞬時値を表すときにもヘッドセット3510の重量と重力加速度の関係、あるいはそれぞれのセンサをヘッドセット3510内のどの位置に設置するかによって同一の動作であっても同じ出力が得られない場合がある。

【0114】そこで、これを補正するために動作量生成部2のセンサ出力補正手段では、まず図48に示すように状態量生成部344の状態量、つまり現在の頭部の傾き角度を読み込む(S213)。次に、この状態量がセンサの出力を補正する必要がある状態量であるかを格納されているセンサ出力補正データテーブルから判断する(S214)。補正する必要がある時は、その補正データを読み込み(S215)、これを出力する(S216)。このセンサ出力補正手段には、図49に示すような形式で、補正の必要な状態量についてのみのセンサの出力補正データが格納されている。このようにすること

によって、同一の頭部動作であってもセンサの出力が異なる場合に対応して正確な動作量を得ることができる。

【0115】制御対象機器341の制御に際しては、ヘッドセット3510に組み込まれている全てのセンサの出力を必ずしも正確に得る必要がない場合がある。例えば、図50(a)のように不安定な頭部動作によって、パソコン画面上のカーソル5124を上下左右の一方へ直線的に動かしたい場合、あるいは図50(b)のように頭部の大まかな上下運動を“Yes”、大まかな左右運動を“No”として回答するインタフェースを持つ機器の制御を考えると、例えばヘッドセット3510に組み込まれたそれぞれのセンサの出力を比較して、最も変化量の大きいセンサの出力のみを動作量の変換に用いて、他のセンサの出力の変化はなかったものとするれば、直線的な動作入力が可能になり、加えて後段の処理の負担を少なくできる。そこで、動作量生成部342は、単独センサ選択手段によって、それぞれのセンサの出力を比較した結果に基づいて、あるいは使用者の要求があれば、任意に設定可能な一つのセンサの出力のみを動作量の変換に用いる。この単独センサ選択手段によって、ある一動作方向の動作のみによって制御対象機器1を制御できる。

【0116】この場合の処理は、図51に示すように、まず全センサの出力を読み込み(S217)、ある時間間隔におけるそれぞれの出力(V_y , V_r , V_p)の変化量を演算し(S218)、それらの大小関係と比較して(S219~S221)、最も変化量の大きいセンサの出力のみを動作量の変換に用いて、他のセンサの出力の変化はなかったものとした動作量(M_y , M_r , M_p)を出力する(S222~S224)。なお、センサの出力の変化量の比較だけではなく、絶対値の大小などによって単独のセンサの出力を選択してもよい。

【0117】頭部動作による同一方向動作を複数の異なる種類のセンサで検出して、その動作の特徴とセンサの検出特性によって動作量の変換に用いるセンサを適応的に切り換えてより正確な頭部動作の検出する装置の構成が考えられる。例えば、図52のように頭部の旋回角度(ヨー角)を得るために、頭部の旋回の回転中心に回転角速度センサ5326と地磁気センサ5325を設置する場合を考える。このとき、回転角速度センサ5326には頭部動作の瞬時値を得ることができるが、旋回角度を得るために演算が必要で、その際に誤差が発生しやすい、また、地磁気センサ5325には頭部の旋回角度を得ることはできるが、応答速度が遅いため素早い動作の検出は難しいなどの特徴がある。そこで、この場合は、動作量生成部342における動作量の変換に際して、最適センサ選択手段によって、予め設定した速度の大きさによって、頭部動作が設定値より速い場合は回転角速度センサ5326、遅い場合は地磁気センサ5325というように、検出に適した一つのセンサを選択する。さら

に、どのセンサを選択したかを把握できるセンサ識別番号(センサID)をセンサの出力とともに出力し、後段の処理部ではこれを参照して処理を行う。

【0118】次に、図53でこの場合の最適センサ選択手段の処理を説明する。まず、ある時刻の回転角速度センサ5326出力 V_t を読み込む(S225)。検出に適した一つのセンサを選択するための設定値 R と V_t を比較して(S226)、 $V_t > R$ の場合は回転角速度センサ5326を選択し(S227)、このセンサの出力と識別番号(センサID)を出力する(S228)。

【0119】逆に、 $V_t < R$ の場合は地磁気センサ5325を選択し(S229)、このセンサの出力と識別番号(センサID)を出力する(S230)。

【0120】頭部動作によって家庭用のTVゲームのコントロールを行う装置などには、頭部動作を検出するセンサとして安価で低精度なものを使用することが考えられるが、このようなセンサのなかには図54のように環境の温度変化や使用時間によって静止していても出力がドリフトするものがある。このような場合は、基準量保持部343で保持された基準量が時間の経過とともに頭部の傾き角度を得るための正しい基準とはなくなってしまう。そこで、基準量保持部343は、センサの出力がドリフトによって変化する場合、基準量更新手段によって、その変化に対応して頭部の傾き角度を得る基準として保持している基準量を自動的に更新する。なお、センサの出力のドリフトに対応して基準量を自動的に更新するための更新データは図55のような形式で格納されている。

【0121】基準量更新手段の初期設定作業は、ドリフトの経時変化の様子を正確に得るためにヘッドセット3510を頭部に装着せずに机上などの安定した場所に置いて行う。まず、図56に示すように使用者による設定作業開始操作を待ち(S231)、これが行われた後に使用経過時間 t を初期化($t=0$)する(S232)。次に、組み込まれたそれぞれのセンサの出力の経時変化を別途設置するメモリにあるサンプリング間隔で時間情報とともに記憶する(S233)。そして、連続したサンプリング間隔のセンサの出力の変化 ΔV が予め設定された値 R 以下になったとき、あるいは経過時間情報が使用者が想定している装置使用時間 T 以上になったときにメモリへの記憶を終了し(S234)、別途用意するLEDの点灯などの通知手段によってこれを使用者に通知して(S235)初期設定作業を終了する。

【0122】このドリフトの経時変化データに基づいて基準量を更新する方法は、ドリフトの経時変化として記憶されているセンサの出力のサンプリング間隔、またはその整数倍の時間間隔における変化の割合によって使い分ける。なぜなら、この変化の割合が制御に影響のないほど小さい場合は、センサの使用時間に依らず静止状態が検出されたときにだけ、補助的にそのときのセンサ

の出力を基準量として更新すればよく、頻繁に更新処理を行わなくてもよくなるからである。

【0123】初期設定作業で得られたドリフトの経時変化データに基づいて基準量を更新する方法を使い分ける処理について説明する。図57のようなドリフトの経時変化のときの処理は、図58に示すように、センサ使用経過時間 t および $t-1$ におけるドリフトによるセンサの出力を D_t 、 D_{t-1} を読み込み(S236)、この時間間隔の変化量 ΔD を求める(S237)。この変化量 ΔD が更新方法を使い分けるために予め設定する変化の割合の値 R と比較し(S238)、この変化量 ΔD が設定値 R より大きい場合、つまり、

【0124】

【数9】

$$\Delta D = D_t - D_{t-1} > R$$

のときは、記憶しているドリフトの経時変化データから

【0125】

【数10】

$$Ref_t = D_t$$

と更新し(S239)、逆にこの変化量 ΔD が設定値 R より小さい場合、つまり、

【0126】

【数11】

$$\Delta D = D_t - D_{t-1} < R$$

のときは、記憶しているドリフトの経時変化およびセンサ使用時間に依らず、静止状態を判断し(S240)、これが検出されたときに補助的にこのセンサの出力 V を読み込んで(S241)、

【0127】

【数12】

$$Ref_t = V$$

と更新する(S242)。

【0128】なお、更新方法を使い分けるための変化の割合の設定値 R は、センサの特性、あるいは制御対象機器341の仕様、あるいは使用者の要求によって任意に設定可能とする。

【0129】実際に装置を使うときは、初期設定作業時と使用環境の温度、あるいは再起動などによってセンサ自身の温度が異なることにより、図59のように基準量保持部243において保持された基準量 Ref_0 と、ドリフトの経時変化データとしてセンサ使用時間 $t=0$ に対応して記憶しているセンサの出力 D_0 とが異なる場合がある。この場合は、記憶されたドリフトの経時変化データに基づいて基準量を更新すると頭部の傾き角度を得るための正しい基準とはなくなってしまう。

【0130】そこで、このときは図60のような処理によってドリフトの経時変化データに記憶されているセンサ使用時間 t をシフトさせて対応する。まず、基準量保持

部343において保持された基準量を $Ref0$ 、ドリフトの経時変化データとしてセンサ使用時間 $t=0$ に対応して記憶しているセンサの出力 $D0$ を読み込み(243)、これらの差 ΔS を求める(244)。($\Delta S = Ref0 - D0$)
この差 ΔS と予め設定していた許容範囲の設定値 R の*

$$\begin{aligned} |Ref0 - Dm - 1| &> |Ref0 - Dm| \\ |Ref0 - Dm + 1| &< |Ref0 - Dm| \end{aligned}$$

のようにして探しだし(246)、このときのセンサ使用時間 m から補正時間 T を以下のようにして算出する(247)。($T = t + m$)

以降は記憶しているドリフトの経時変化データのセンサ使用時間 t を m だけシフトさせ、センサ使用時間 t における基準量を $Ref\ t = DT = Dt + m$ として基準量を更新する(248)。

【0132】つまり、図59の場合には、 $D2$ が基準量 $Ref0$ に最も近い値のセンサ出力 Dm なので、補正時間 T は、 $T = t + 2$ となり、以降は、 $Ref\ t = Dt + 2$ 20
として、基準量を更新する。

【0133】動作量、基準量によって安定的に頭部の傾き角度を得ようとしても、センサの出力へのノイズの混入、あるいは処理過程で発生する誤差によって状態量生成部344における角度情報が基準となる正面を向いた状態に対してずれてしまう可能性がある。そこで、図61に示す一例のように旋回角度軸の正面状態を検出するため、ヘッドセット3510に設置された発光部a6227からの光を体の所定の位置、例えば、図61(d)のように胸ポケットなどに設置された反射板a6237 30
に向けて照射し、その反射光を同じくヘッドセット3510に設置された受光部a6228によって受ける。そして、図61(a)および(b)のように反射光の有無、あるいは強弱によって頭部が体に対して正面方向を向いているかどうかを正面状態検出手段で検出、判断する。

【0134】なお、この反射板a6237の材質、形状は、制御対象機器341の仕様、あるいは求められる正面状態検出の精度によって適宜変更する。また、図61(c)に示すように、発光部b6229、受光部b6230、反射板b6238を追加して検出すれば、より精度よく正面を向いているかを判断できる。

【0135】さらに、ヘッドセット3510に設置された発光部a6227からの光を直接、体の一部に向けて照射し、その反射光を同じくヘッドセット3510に設置された受光部a6228によって受けるような構成にして、その反射光の有無、あるいは強弱によって判断してもよい。なお、正面状態検出手段によって正面状態であると判断される角度は、必ずしも厳密に状態量0度に相当する角度のみでなく、状態量0度を含む範囲(0度

* 小関係を比較し(245)、 $\Delta S > R$ のとき、この基準量 $Ref0$ に最も近い値のセンサの出力 Dm を記憶しているドリフトの経時変化データから
【0131】
【数13】

$\pm \theta$)であってもよい。

【0136】次に正面状態検出手段の出力によって、状態量を補正する角度情報補正手段の処理を図62で説明する。正面状態検出手段で反射光の有無、あるいはその強弱によって、正面状態に相当する結果が得られているかを判断し(249)、これが得られていれば、角度情報補正手段で状態量を0度にリセットする(250)。

【0137】例えば、図61(a)の場合は、発光部a6227、および発光部b6229からの光のそれぞれの反射光が受光部a6228、および受光部b6230でともに検出されているので旋回角度情報を0度にリセットする。一方、図61(b)の場合は、発光部a6227からの光の反射光が受光部a6228で検出されないののでリセットは行わない。このような手段によって、様々な外乱や処理過程の誤差などによる角度情報のずれを、使用者が正面を向くことによって簡単に修正でき、安定して制御を続けることができる。

【0138】また、この正面状態検出手段によって正面状態であると判断された場合、これを別途用意するLEDの点灯などの正面状態通知手段によって通知すれば、使用者は、装置の使用中にこれを確認できるのみならず、前述の基準量保持に際して正面を向いていることを客観的に知ることができるため、スムーズかつ正確に基準量保持を行うことができる。さらに、このように正正面状態であると判断された場合のみにしか基準量の保持を行わないように装置側で設定してあれば、常に前述の基本姿勢における正しい基準量保持が可能である。

【0139】頭部動作によって頭部装着型ディスプレイ6236に表示する映像の視野を変える装置の制御などにおいて、図63のように観察したい映像の視野範囲が限定される場合がある。このとき、その範囲を使用者が予め任意に設定しておき、それが視野に入らない角度情報となったときに装置から発せられる通知に応じて頭部動作を加減すれば観察したい映像周辺だけを安定して観察できる。この操作性を確保するための状態量生成部344における角度超過通知手段の処理を図64で説明する。まず、状態量を読み込み(251)、この状態量がセンサの検出範囲以上ではないか(252)、あるいは使用者によって任意に設定可能な範囲以上になって

いないか判断する(S253)。そして、この結果が設定範囲以上である場合には、角度超過通知手段によってこれを使用者に通知する(S254)。

【0140】頭部動作を検出して制御を行う機器には様々なものがあり、それぞれに必要な頭部動作とその基本パターンが異なっている。そこで、図65に示す一連の処理で動作パターンメモリに記憶されている内容を書き換える。まず、動作パターンメモリ部346の記憶している内容の消去、あるいは書き換えの可能、不可能を管理するメモリ管理手段の出力が書き換え可能かを判断する(S255)。これが書き換え可能のとき、使用者が行う書き込み動作開始通知を待つ(S256)。この通知が検出されたら、頭部の状態量、あるいは変化量またはその両方からなる動作を基本動作パターンとして基本動作書き込み手段で新たに動作パターンメモリ部6に格納する(S257)。この格納処理は、動作終了通知の操作が検出(S258)されるまで行う。

【0141】なお、この書き込み動作開始通知、終了通知の操作とは別途用意するコントローラに設置されたボタンの押下、あるいはスイッチの入切などの使用者による自発的操作である。このようにして基本動作書き込み手段によって基本動作パターンが動作パターンメモリ部346に書き込まれたとき、制御信号生成部348において、その状態量、あるいは変化量またはその両方からなる基本動作パターンに対応した制御信号を制御信号設定手段によって新たに設定する。このように、新たな基本動作パターンを記憶する作業は、基本動作パターンの書き込みだけではなく、これに対応した制御信号の設定が行われたことを判断して(S259)完了となる。なお、動作パターンメモリ部346に記憶されているデータを換えるには、メモリデバイス自体を交換してもよい。

【0142】本発明のような装置では、重量のあるヘッドセット3510を着装しての頭部動作、さらにはディスプレイに表示された映像、あるいは装置自体の動作状況などを凝視し続けることが必要となる。そのため、首や肩への負担、目の疲れ、あるいは頭部装着型ディスプレイなどでは視界が閉鎖され続けることによる不安感や圧迫感などといった、生理的、心理的な負担が生じてしまう。これらの負担による疲労感が使用者に自覚されていれば、自ら装置の使用を中止する、休息をとるなどの対応ができるので問題はないが、特にTVゲームなどのエンタテインメントシステムでは操作に熱中するあまり使用時間がつい長くなってしまいがちで、使用者自身でこれを防ぐことは非常に難しい。

【0143】そこで、図66に装置自体が使用時間を管理することによって、使用時間が長くなりすぎることで、つまり身体への負担増大を防ぐための処理を示す。まず、経過時間管理手段によって装置を起動してから現在までの経過時間 t を得て(S260)、この経過時間 t

が制御対象機器1の仕様、作業負荷などによって予め設定された制限時間 T 、あるいは使用者、もしくは管理者によって任意に設定可能な制限時間 T 以上になったかを判断する(S261)。この判断の結果、経過時間 t が制限時間 T 以上であるとき、これを使用者に通知し(S262)、使用時間制限手段によって、制御実行処理部349での一定時間後に機器制御の停止、あるいは制御対象機器341の運転の停止を実行する(S263)。使用者は、制限時間以上になったという通知を受けた後、それまでの作業状態の記録などといった停止に備えた各種作業を行う。このように装置の使用時間を管理することによって、使用者の身体への負担を軽減させることができる。

【0144】生理的、あるいは心理的な負担は、必ずしも装置を使用している時間の長さだけで決まるものではない。特に、視覚の疲労は作業内容、作業環境、ディスプレイに表示される映像内容と興味の度合い、あるいは視力の違いといった個人差などの様々な要因によって疲労感が大きく異なる。そこで、視覚の疲労による機能低下によって生じるまばたきの回数の増加と、使用者が目の疲労を解消するために無意識に、あるいは意識して行う目を閉じるという行為の時間の長さ、つまり閉眼継続時間の延長を視覚疲労を客観的に判断するための基準として装置の使用時間を制限する。

【0145】そこで、図67に示す処理のように、最初に開閉眼検出手段で、起動時のまばたきの単位時間当たりの回数の初期値 N_0 を保持する(S264)。次に、装置を起動してから現在までの経過時間 t を読み込む(S265)。そして、開閉眼検出手段によって現在の目の状態がまばたきであるかを判断し(S266)、ここでまばたきであるという結果が得られたら、まばたきの単位時間当たりの回数 N を得て(S267)、瞬目増加率演算手段でこの値 N と保持している初期値 N_0 から増加率を演算し(S268)、この増加率が予め設定された値 R 以上になったかを判断する(S269)。この結果、増加率が設定値 R 以上であるとき、これを使用者に通知し(S270)、視覚疲労軽減手段によって、制御実行処理部349での一定時間後に機器制御の停止、あるいは制御対象機器341の運転の停止を実行する(S271)。

【0146】一方、開閉眼検出手段によって現在の目の状態がまばたきかどうかを判断し(S266)、ここでまばたきではないという結果が得られたら、次に閉眼状態であるかを判断する(S272)。この判断の結果が閉眼状態であるとき、続いてこの閉眼状態が継続中であるかを判断する(S273)。ここで閉眼状態継続中ではないという結果が得られたら、閉眼開始時刻 t_0 を装置の使用経過時刻 t から得て($t_0 = t$)、これを保持する(S274)。この閉眼開始時刻 t_0 と装置の使用経過時刻 t から閉眼継続時間を演算し(S275)、こ

の閉眼継続時間が予め設定された値T以上になったかを判断する(S276)。この結果、閉眼継続時間が設定値T以上であるとき、これを使用者に通知し(S270)、視覚疲労軽減手段によって、制御実行処理部349での一定時間後に機器制御の停止、あるいは制御対象機器341の運転の停止を実行する(S271)。

【0147】以上のように、使用者は単位時間当たりのまばたきの回数が増加した、あるいは閉眼継続時間が延長したという通知、つまり視覚疲労が設定基準以上になったという通知を受けた後、それまでの作業状態の記録などといった停止に備えた各種作業を行う。

【0148】次に、開閉眼検出手段において、まばたきを自動検出する方法の例とそのとき得られる出力を図68に示す。図68(a)は光学的手段を用いて目の開閉状態を検出する方法で、ヘッドセット3510に設置された発光素子6939からの光を瞳に照射し、その反射光を同じくヘッドセット3510に設置された受光素子6940で受ける。その結果、受光素子6940で得られる出力によって、図68(b)のような場合をまばたきとして、図68(c)のような場合を閉眼状態として検出する。

【0149】一方、図68(d)は電気的手段を用いて目の開閉状態を検出する方法で、まぶた自体の動きを検出するため、上まぶたに電極6941を、耳たぶにアース電極6942を設置し、これらの間の生体電位を測定する。その結果、得られる生体電位の出力によって、図68(e)のような場合をまばたきとして、図68

(f)のような場合を閉眼状態として検出する。このように、視覚の疲労の程度によっても使用時間を制限することを考慮することによって、生理的、あるいは心理的な負担の少ない装置を提供できる。

【0150】使用時間制限手段、視覚疲労軽減手段による制御の停止、あるいは運転の停止を実行は、それぞれを独立に、あるいはどちらかを優先するように使用者によって任意に設定できるようにする。このように、経過時間、あるいは閉眼継続時間という絶対的な基準値による使用時間の制限と、まばたきの回数の増加率という相対的な基準値による使用時間の制限とを組み合わせることによって、使用者への生理的、心理的な負担を効果的に軽減できる。なお、これらの手段によって制御の停止、あるいは運転の停止を実行した時間を保持し、一定時間後、つまり休息をとった後にのみ制御再開を可能とする使用再開管理手段を有し、それまでは装置の起動を不可能にする構成にしてもよい。

【0151】実施例2をまとめると、以下のようになる。

1、頭部動作を検出し、これに対応した機器の制御を実行する装置において、頭部に装着されるヘッドセットに組み込まれた少なくとも一つのセンサによって頭部の一方動動作を検出し、その検出量を必要に応じてそれぞれ

単独に、あるいは組み合わせ、これを動作量として順次変換する動作量生成部と、頭部の傾き角度を得る基準とするために、ヘッドセットの装着を自動的に検出後、あるいは使用者による装着確認操作後、あるいは電源投入後、または装置が任意のタイミングで前記動作量生成部からの出力、あるいはセンサの出力を保持する基準量保持部と、前記動作量生成部で得られた動作量と前記基準量保持部に保持されている基準量から頭部の旋回角度、あるいは前後屈角度、あるいは左右屈角度を演算し、それぞれの角度情報を状態量として順次変換する状態量生成部と、連続した頭部動作に伴って、前記動作量生成部から出力される動作量の変化分、あるいは前記状態量生成部から出力される状態量の変化分を演算する変化量生成部と、状態量、あるいは変化量またはその両方からなる所定の様々な頭部動作の基本動作パターンを予め格納している動作パターンメモリ部と、前記状態量生成部により得られた状態量、あるいは前記変化量生成部で得られた変化量またはその両方を前記動作パターンメモリ部を参照して認識する頭部動作認識部と、前記頭部動作認識部による認識結果、あるいは前記状態量生成部により得られた状態量、あるいは前記変化量生成部で得られた変化量に基づいて、予めそれらの頭部動作に対応して設定されている制御信号を出力する制御信号生成部と、前記制御信号生成部から出力された制御信号に基づき制御対象機器の制御を実行する制御実行処理部とを具備したことを特徴とする。

2、前記動作量生成部は、同一の動作であっても、その動作が行われる時点の頭部の状態によってセンサの出力が変化する場合、前記状態量生成部を参照して、センサの出力を補正するセンサ出力補正手段を有することを特徴とする。

3、前記動作量生成部は、ヘッドセットに組み込まれたそれぞれのセンサの出力を比較した結果に基づいて、あるいは使用者によって任意に設定可能な一つのセンサ出力のみを動作量の変換に用いる単独センサ選択手段を有することを特徴とする。

4、前記動作量生成部は、頭部動作による同一方向動作を複数の異なる種類のセンサで検出し、その動作の特徴によって動作量の変換に用いるセンサの一つを選択する最適センサ選択手段を有することを特徴とする。

5、前記基準量保持部は、頭部の傾き角度を得る基準として保持している基準量の変化に対応して、これを自動的に更新する基準量更新手段を有することを特徴とする。

6、ヘッドセットに設置した少なくとも一つの発光部からの光を体の一部、あるいは体の所定の位置に設置した少なくとも一つの反射板に向けて照射し、その反射光を同じくヘッドセットに設置した少なくとも一つの受光部によって受け、反射光の有無、あるいは強弱によって頭部が体に対して正面方向を向いていることを検出する正

面状態検出手段を有し、前記状態量生成部において、この正面状態検出部の出力に応じて角度情報を補正する角度情報補正手段を有することを特徴とする。

7、前記状態量生成部は、状態量がセンサの検出範囲以上、あるいは使用者によって任意に設定可能な範囲以上の角度情報となったとき、これを使用者に通知する角度超過通知手段を有することを特徴とする。

8、前記動作パターンメモリ部は、記憶している内容の消去、あるいは書き換えの可能、不可能を管理するメモリ管理手段を有することを特徴とする。

9、前記動作パターンメモリ部は、前記メモリ管理手段の出力が書き換え可能であるとき、使用者が行う書き込み動作開始通知と終了通知の操作を検出して、その間の頭部の状態量、あるいは変化量またはその両方からなる動作を基本動作パターンとして新たに格納する基本動作書き込み手段を有することを特徴とする。

10、前記制御信号生成部は、前記基本動作書き込み手段によって基本動作パターンが前記動作パターンメモリ部に書き込まれたとき、その状態量、あるいは変化量またはその両方からなる基本動作パターンに対応した制御信号を新たに設定する制御信号設定手段を有することを特徴とする。

11、装置を起動してから現在までの経過時間を得る経過時間管理手段と、この経過時間が予め設定された、あるいは使用者によって任意に設定可能な制限時間以上になったとき、これを使用者に通知し、前記制御実行処理部によって一定時間後に機器制御の停止、あるいは制御対象機器の運転の停止を実行する使用時間制限手段を有することを特徴とする。

12、使用者のまばたき、あるいは目の開閉状態を検出する開閉眼検出手段と、装置を起動した時点の単位時間当たりのまばたきの回数を保持し、装置使用時間の延長に伴うこの回数の増加率を演算する瞬目増加率演算手段と、目を閉じ続けている時間を得る閉眼継続時間検出手段と、この瞬目増加率、あるいは閉眼継続時間が予め設定された値以上になったとき、これを使用者に通知し、前記制御実行処理部によって一定時間後に機器制御の停止、あるいは制御対象機器の運転の停止を実行する視覚疲労軽減手段を有することを特徴とする。

(実施例2の効果)以上の説明の通り、本発明によれば、センサの頭部の傾き角度の違いによる出力の違い、あるいは検出すべき動作以外を検出してしまふ誤検出、あるいはドリフトによる出力の経時変化などを考慮し、それに対応した処理を行うことによって正確な頭部の動作が検出ができ、起動後に正面を向いている状態を基本姿勢として、このときのセンサの出力を保持し、これを基準とすることによって、旋回角度(ヨー角)、前後屈角度(ピッチ角)、左右屈角度(ロール角)からなる頭部の傾き角度を得ることができる。また、正面を向いていることを光学的手段によって検出し、角度情報を補正

することによって傾き角度を安定して得ることができる。

【0152】さらに、装置の使用経過時間、あるいはまばたきの回数、あるいは閉眼継続時間を管理し、それらに基づいて装置の使用時間を制限することによって、頭部の動きによる操作や表示された映像を凝視し続けることなどによる使用者の生理的、あるいは心理的な負担が制限なく大きくなってしまふことを防ぐことができる。

【0153】

10 【発明の効果】上述したように、本発明は構成上発生する幾何学的な歪を電子的或いは光学的な補正を施すことにより、眼精疲労が少なくかつ小型軽量でありながら、大画面が楽しめ、さらに搭載している頭部動き検出機能によって臨場感ある画像空間を生成する画像投影装置を実現する。

【0154】また、頭部の位置を基準とすることにより、正確な頭部の動作を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の構成を示す図である。

20 【図2】 本発明の画像投影装置を装着した状態を示す図である。

【図3】 本発明の画像の補正を示す図である。

【図4】 本発明の平面スクリーンの特徴を示す図である。

【図5】 スクリーンに対して画像形成手段及び投影光学系を傾けた図である。

【図6】 スクリーンに対して画像形成手段及び投影光学系を傾けた図である。

30 【図7】 スクリーンの曲率半径を投影箇所において連続的に変化させた図である。

【図8】 スクリーンの曲率半径を投影箇所において連続的に変化させた図である。

【図9】 スクリーンの曲率半径を投影箇所において連続的に変化させた図である。

【図10】 投影光学系の投影レンズが、投影光学系によって生じる歪と逆特性の歪曲収差をもつことを示した図である。

40 【図11】 投影光学系の投影レンズが、投影光学系によって生じる歪と逆特性の歪曲収差をもつことを示した図である。

【図12】 歪補正光学系により投影光学系の歪とは逆特性の歪を投影画像に加えて歪を補正することを示す図である。

【図13】 歪補正光学系により投影光学系の歪とは逆特性の歪を投影画像に加えて歪を補正することを示す図である。

【図14】 スクリーンの反射率が画面周辺にいくつ

50 図15】 スクリーンの反射率が画面周辺にいくつ

【図16】 スクリーンの反射率が画面周辺にいくにつれて増加することを示す図である。

【図17】 スクリーンの反射率が画面周辺にいくにつれて増加することを示す図である。

【図18】 画像投影装置を装着時の状態を初期値として記憶し、以後はその初期値からの変化を検出することで頭部の動き検出動作を行うことを示す図である。

【図19】 二軸の傾斜角検出センサと一軸の回転角速度センサを用いて、頭部の三次元運動を検出することを示す図である。

【図20】 二軸の傾斜角検出センサと一軸の回転角速度センサを用いて、頭部の三次元運動を検出することを示す図である。

【図21】 二軸の傾斜角検出センサと一軸の回転角速度センサを用いて、頭部の三次元運動を検出することを示す図である。

【図22】 本願発明の頭部の水平方向の回転の検出を示す図である。

【図23】 本願発明の頭部の水平方向の回転の検出を示す図である。

【図24】 本願発明の頭部の水平方向の回転の検出を示す図である。

【図25】 本願発明の頭部の水平方向の回転の検出を示す図である。

【図26】 互いに直交する3軸の回転運動を検出する3個の角速度センサにより頭部の三次元運動を検出することを示す図である。

【図27】 頭部の三次元運動による視野の変化を投影画像に対して行わせることを示す図である。

【図28】 頭部の三次元運動による視野の変化を投影画像に対して行わせることを示す図である。

【図29】 従来例を示す図である。

【図30】 従来例を示す図である。

【図31】 従来例を示す図である。

【図32】 従来例を示す図である。

【図33】 本発明の第2の実施例に係わる実施例の構成を示したブロック図である。

【図34】 動作量生成部とセンサを組み込むヘッドセットの概略構成図である。

【図35】 動作量生成部のブロック図である。

【図36】 基準量保持部において基準量を保持する際の基本姿勢の説明図

【図37】 基準量保持部における基準量保持の処理を説明するフローチャートの図である。

【図38】 基準量保持部において基準量としてその動作量を保持しない場合のフローチャートの図である。

【図39】 ヘッドセットの装着を自動的に検出する方法の一例の説明図である。

【図40】 頭部の傾き角度およびこれを規定するための各角度軸の説明図である。

【図41】 状態量生成部における処理を説明するフローチャートの図である。

【図42】 正面状態を0度とする相対角度として状態量を取り扱うことを説明する図である。

【図43】 変化量生成部の変化量演算の説明図である。

【図44】 動作パターンメモリ部に格納されている基本動作パターン形式の一例を示す図である。

【図45】 頭部動作認識部における頭部動作の認識処理を説明するフローチャートの図である。

【図46】 制御信号生成部に格納されている制御信号形式の一例を示す図である。

【図47】 頭部の同一動作によるセンサの出力が異なる場合の説明図である。

【図48】 センサ出力補正手段における処理を説明するフローチャートの図である。

【図49】 センサ出力補正手段に格納されている補正データ形式の一例を示す図である。

【図50】 頭部動作による直線的な動作入力が必要な場合を説明する図である。

【図51】 単独センサ選択手段における処理を説明するフローチャートの図である。

【図52】 頭部の同一方向動作を複数の異なる種類のセンサで検出する場合を説明する図である。

【図53】 最適センサ選択手段における処理を説明するフローチャートの図である。

【図54】 センサの出力のドリフトの経時変化の一例を示す図である。

【図55】 基準量更新手段に格納されている更新データ形式の一例を示す図である。

【図56】 基準量更新手段における初期設定作業の処理を説明するフローチャートの図である。

【図57】 基準量更新手段における更新方法の使い分けを説明する図である。

【図58】 基準量更新手段における更新方法の使い分けの処理を説明するフローチャートの図である。

【図59】 ドリフトの経時変化データの初期値と基準量保持部で保持された基準量の初期値が異なる場合を説明する図である。

【図60】 基準量更新手段におけるタイムシフト処理を説明するフローチャートの図である。

【図61】 正面状態検出手段によって正面を向いていることを検出する方法の一例を示す図である。

【図62】 角度情報補正手段における処理を説明するフローチャートの図である。

【図63】 角度超過通知手段による安定的な機器操作を説明する図である。

【図64】 角度超過通知手段における処理を説明するフローチャートの図である。

【図65】 動作パターンメモリ部に新たな基本動作パ

ターンを書き込むための一連の処理を説明するフローチャートの図である。

【図66】 頭部動作検出による機器制御装置の使用時間を制限するための経過時間管理手段と使用時間制限手段を説明するフローチャートの図である。

【図67】 頭部動作検出による機器制御装置の使用時間を制限するための開閉眼検出手段と瞬目増加率演算手段と閉眼継続時間検出手段と視覚疲労軽減手段を説明するフローチャートの図である。

【図68】 開閉眼検出手段において目の開閉状態を自動検出する方法の例とそのとき得られる出力を説明する図である。

【図69】 従来の頭部の動きを単独に検出することによる機器制御装置の構成例の図である。

【符号の説明】

11, 22, 51, 81, 91, 111, 131, 16

1, 171, 281, 291 非平面スクリーン

12, 72, 112, 132, 152, 162, 17

2, 282, 292 投影レンズ

13, 53, 63, 73, 83, 93, 113, 13 20

5, 153, 163, 173 画像形成手段

14 画像投影手段

15, 114, 136 歪補正手段

16, 115, 137 画像信号生成手段

17 頭部動き検出手段

18 制御信号発生手段

23 画像投影部

24 動き検出部

41, 151, 301 平面スクリーン

42, 82, 92 球面スクリーン

43, 54, 64, 84, 94, 302, 321 投影

機

52, 62 投影光学系

55, 65 後側被写界深度

56, 66 前側被写界深度

57, 67, 138 平均結像面

58, 68 投影光学系の主点延長線

59, 69 画像形成手段の延長線

71 投影像

133 倒立実像面

134 歪補正光学系

211, 213 傾斜角センサ

212, 242, 243, 244, 271, 272, 2

73 角速度センサ

285, 294 左斜め上画像

284, 295 正面画像

286, 296 右斜め下画像

283 入力画像範囲

303 投影画像

322 透過型スクリーン

323 外界の像

331, 332 接眼レンズ

333, 334 画像表示装置

335 虚像

101~10n センサ

341 制御対象機器

342 動作量生成部

343 基準量保持部

344 状態量生成部

345 変化量生成部

346 動作パターンメモリ部

347 頭部動作認識部

348 制御信号生成部

349 制御実行処理部

3510 ヘッドセット

3511 スピーカ

3512 マイク

3513 頭部

3614 動作量a

3615 動作量b

4016 ベルトA

4017 接合具A

4018 ベルトB

4019 接合具B

4820 傾斜角センサ

4821 回転軸

4822 振子

5123 モニタ

5124 カーソル

5325 地磁気センサ

5326 回転角速度センサ

6227 発光部a

6228 受光部a

6229 発光部b

6230 受光部b

6231 光路a

6232 光路b

6233 光路a'

6234 光路b'

6235 信号処理部

6236 頭部装着型ディスプレイ

6237 反射板a

6238 反射板b

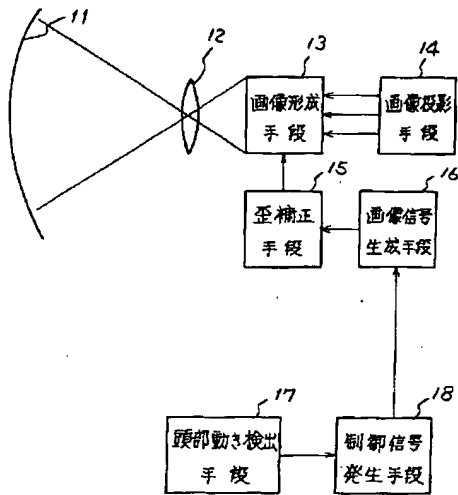
6939 発光素子

6940 受光素子

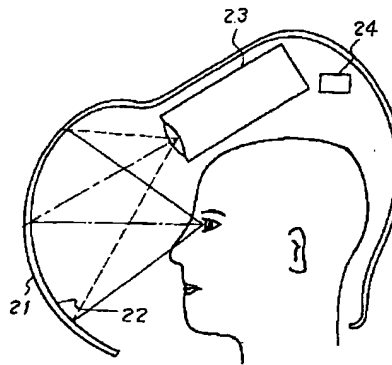
6941 電極

6942 アース電極

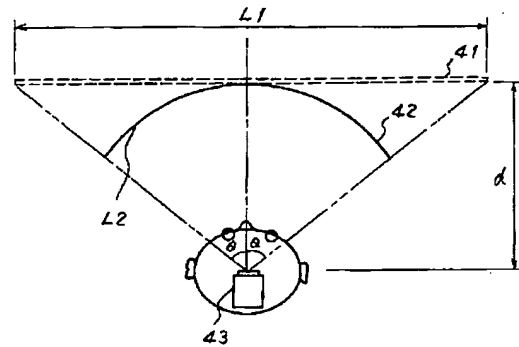
【図1】



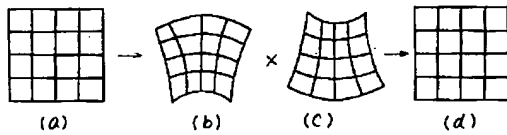
【図2】



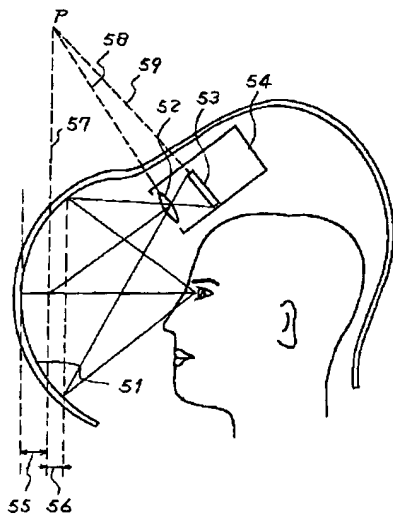
【図4】



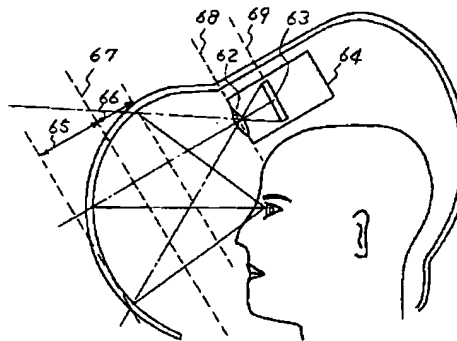
【図3】



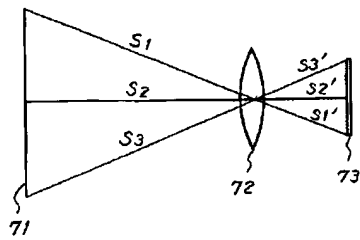
【図5】



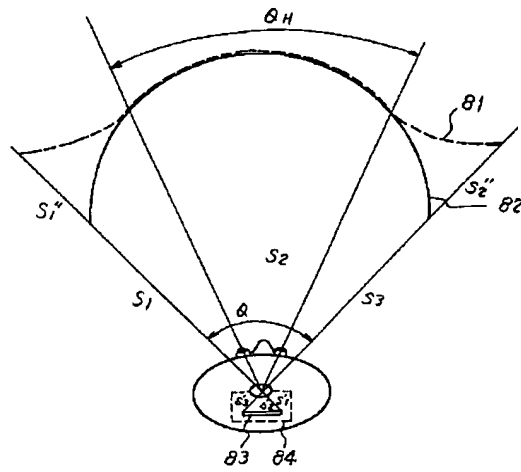
【図6】



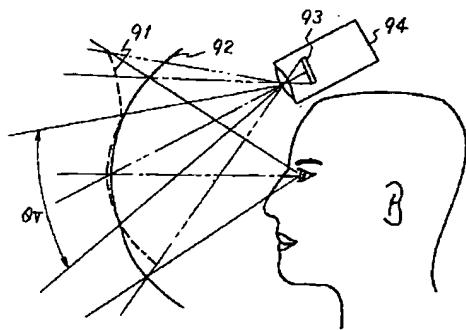
【図7】



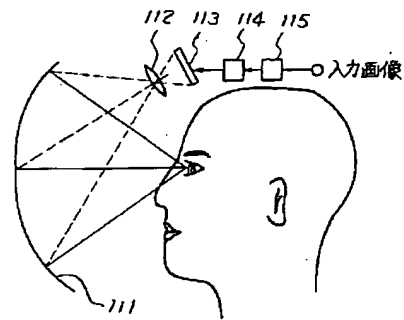
【図8】



【図9】

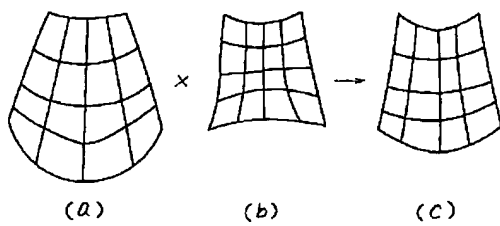


【図10】

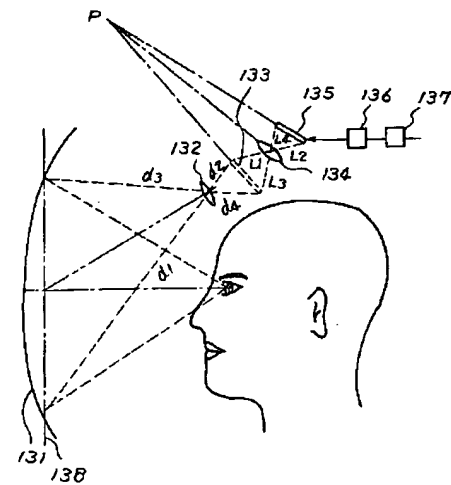
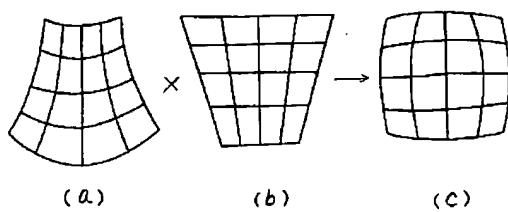


【図12】

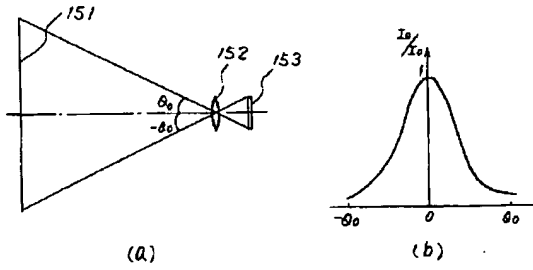
【図11】



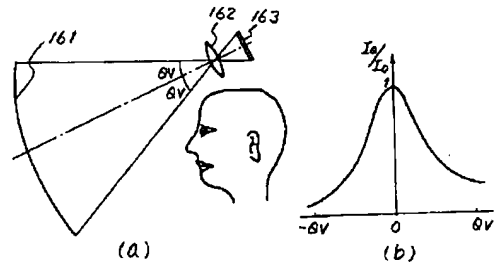
【図13】



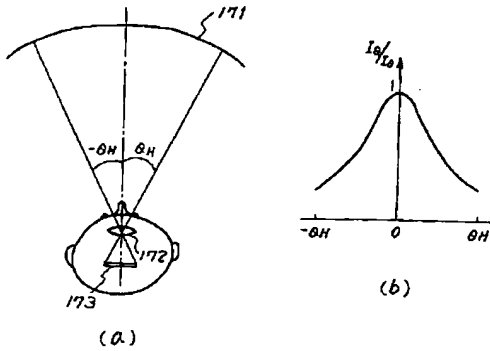
【図14】



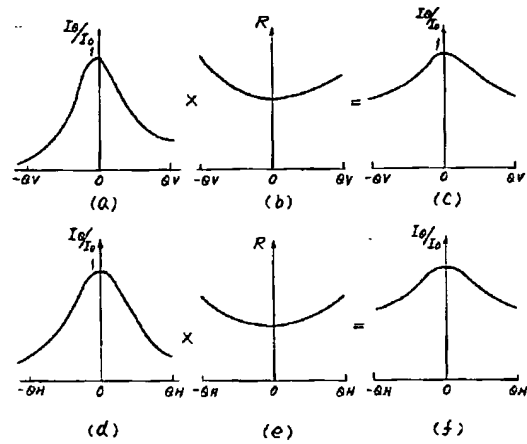
【図15】



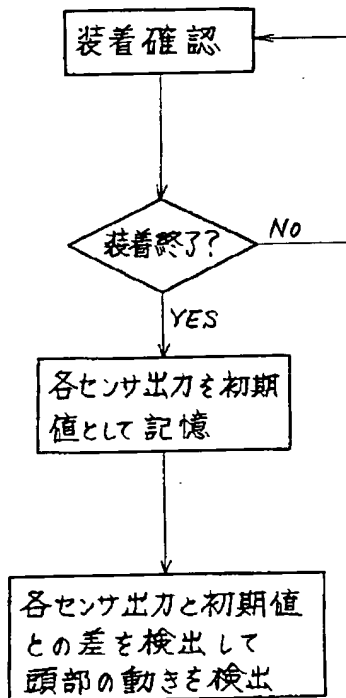
【図16】



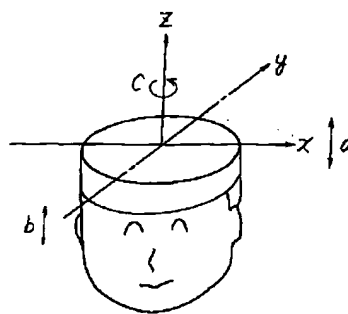
【図17】



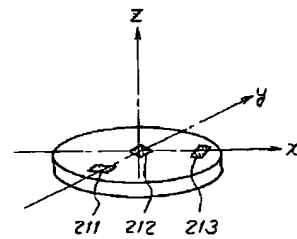
【図18】



【図19】



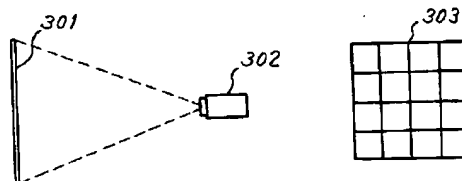
【図20】



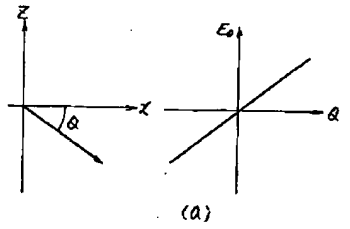
【図46】

状態番号a	制御信号D
a0	D0
a1	D1
⋮	⋮
an	Dn

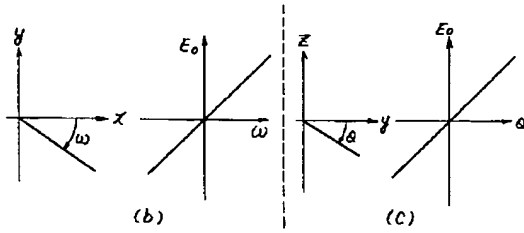
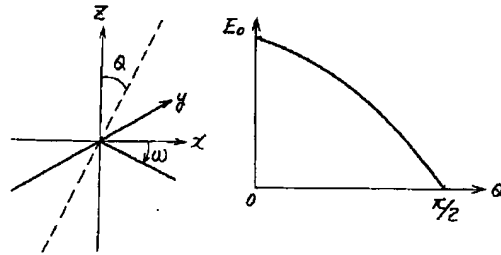
【図29】



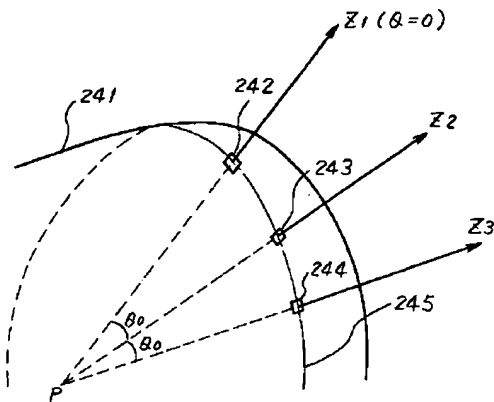
【図21】



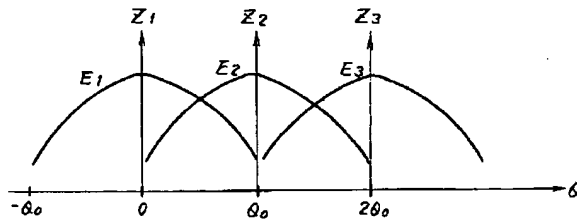
【図22】



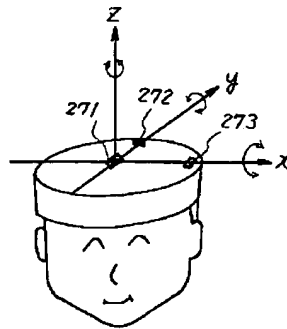
【図23】



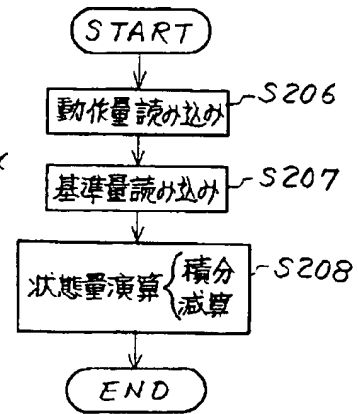
【図24】



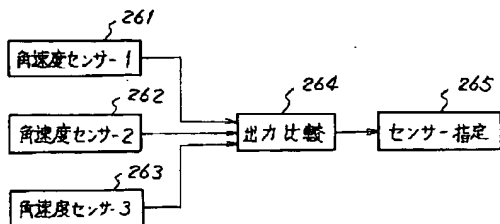
【図26】



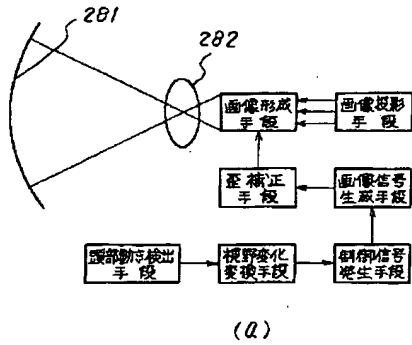
【図41】



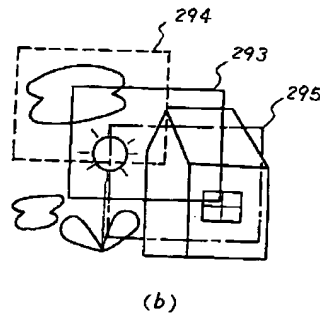
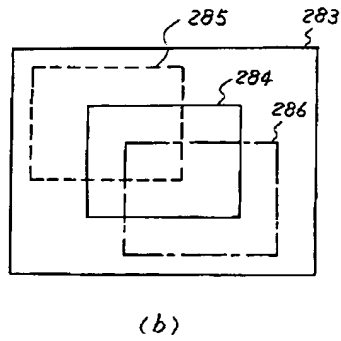
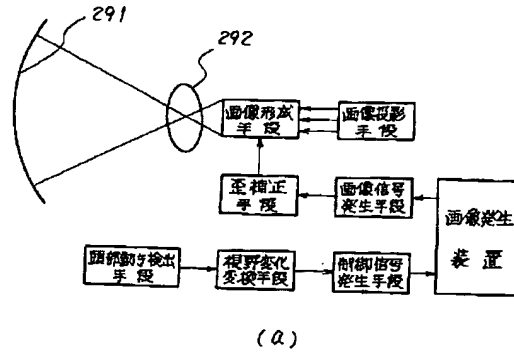
【図25】



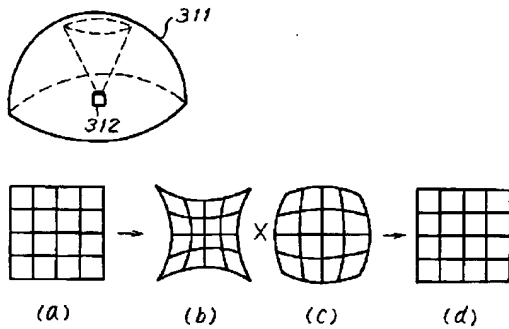
【図27】



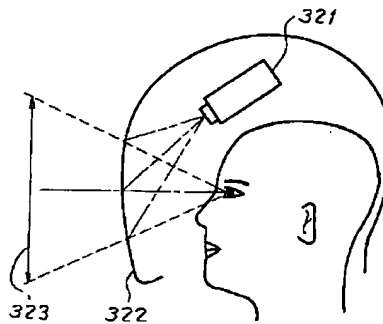
【図28】



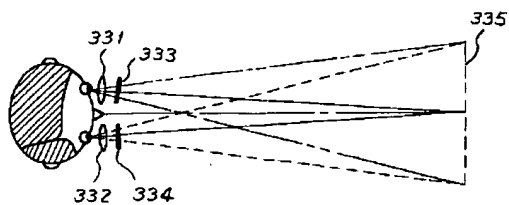
【図30】



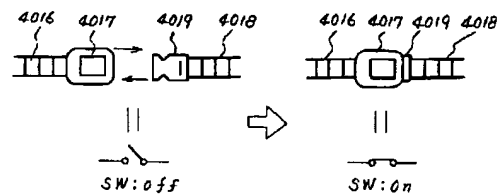
【図31】



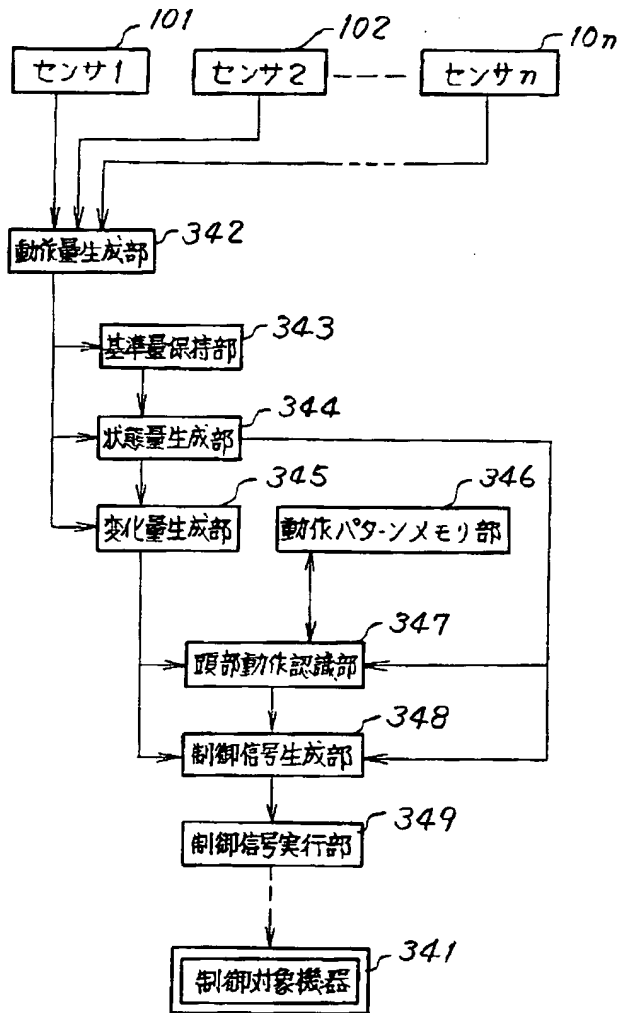
【図32】



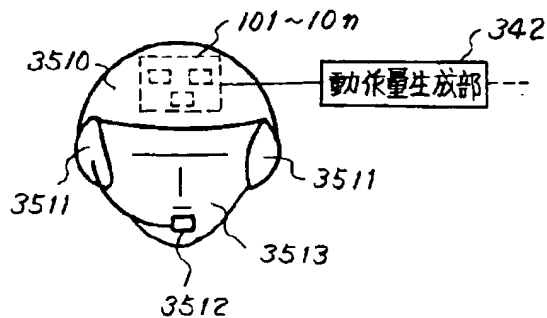
【図39】



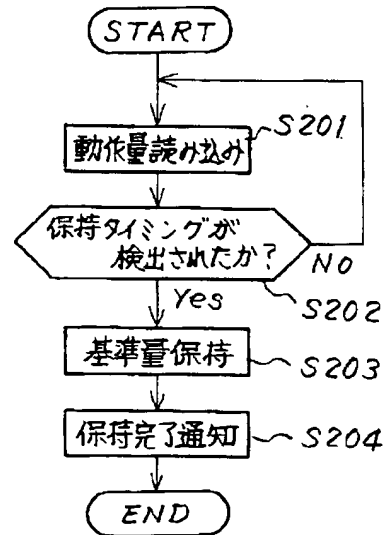
【図33】



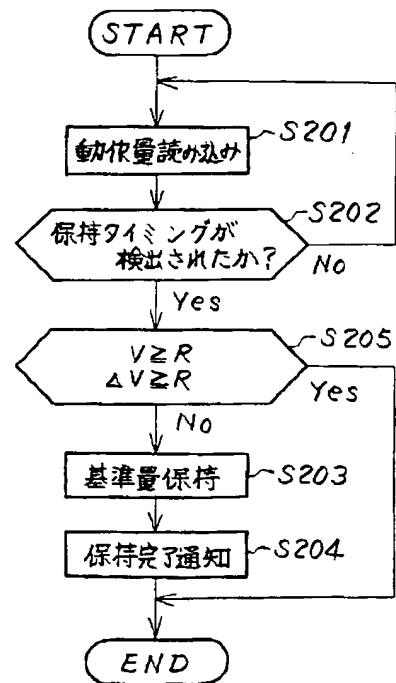
【図34】



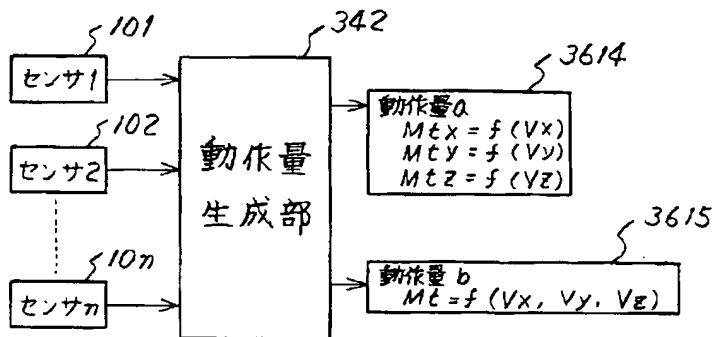
【図37】



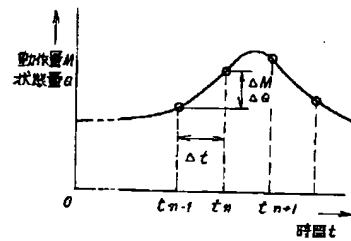
【図38】



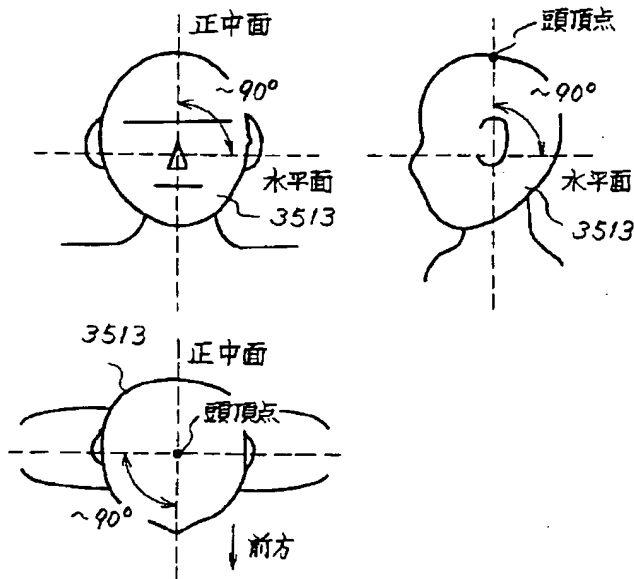
【図35】



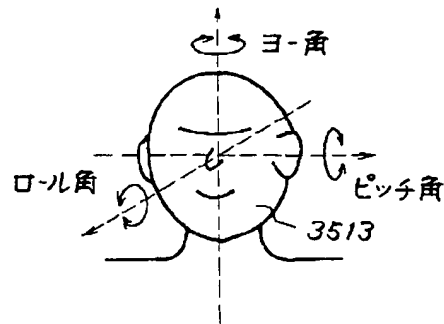
【図43】



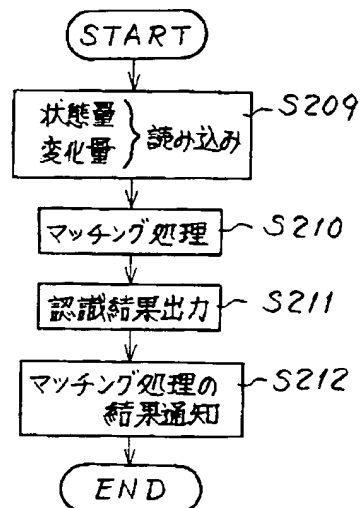
【図36】



【図40】



【図45】



【図44】

状態量a	基本動作パターンP
a0	P0
a1	P1
...	...
an	Pn

(a)

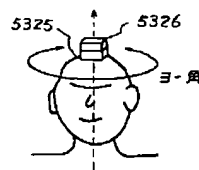
【図49】

状態量a	センサ出力補正データV'
a0	V'a
ab	V'b
...	...

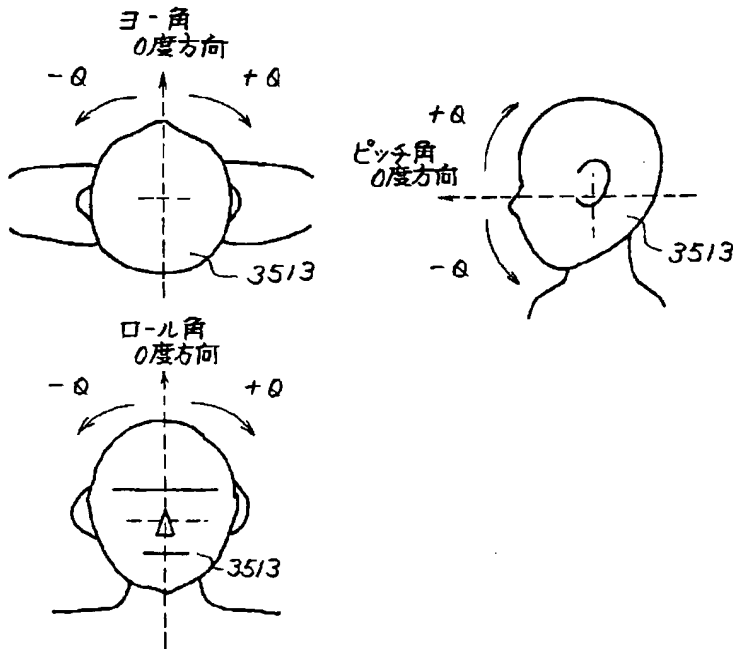
【図52】

	状態量a
	a0 a1 ... an
変化量 ΔC0	P00 P10 ... Pn0
ΔC1	P01 P11 ... Pn1
...	...
ΔCn	P0n P1n ... Pnn

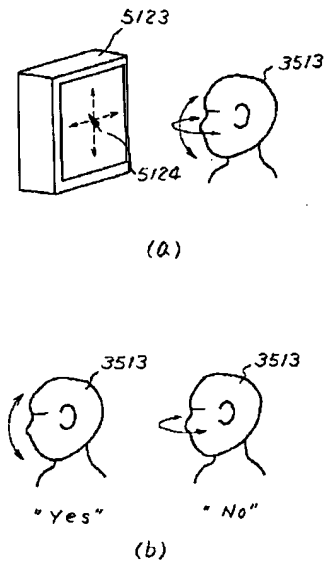
(b)



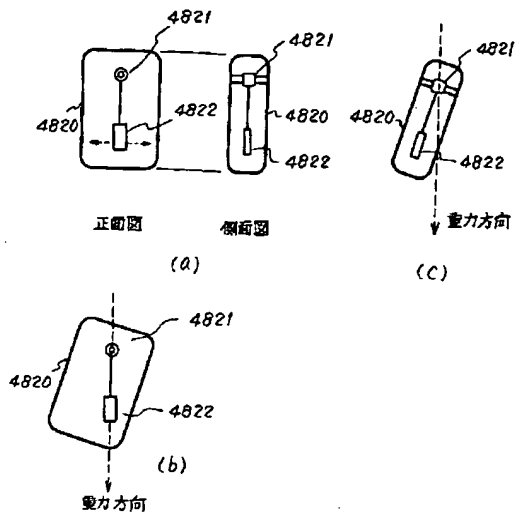
【図42】



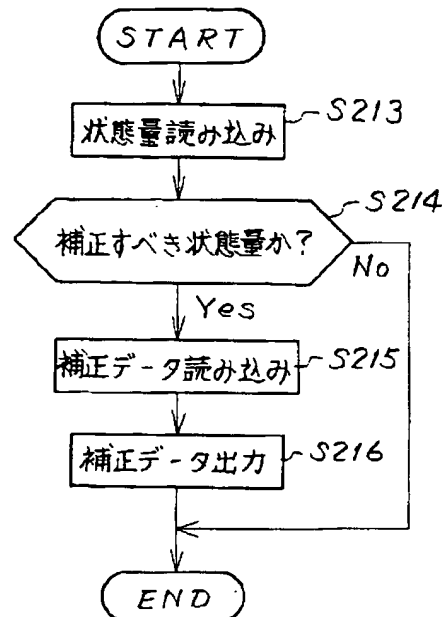
【図50】



【図47】



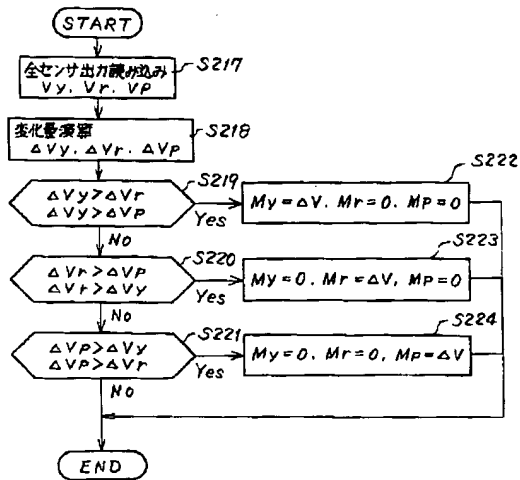
【図48】



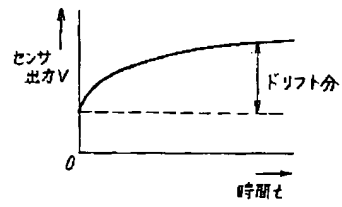
【図55】

センサ使用時間 t	更新データ Ref
t_0	Ref_0
t_1	Ref_1
\vdots	\vdots
t_n	Ref_n

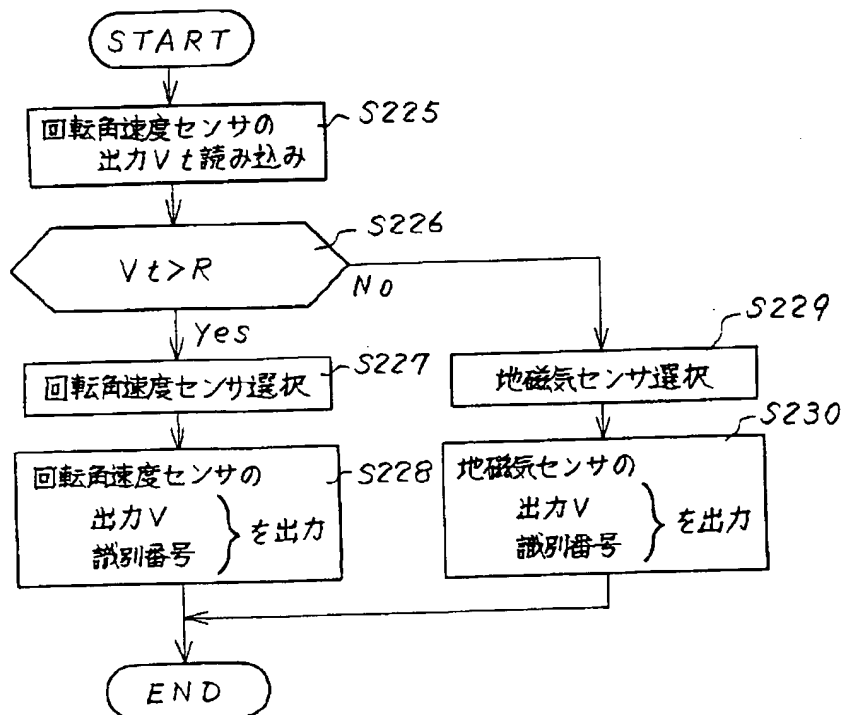
【図51】



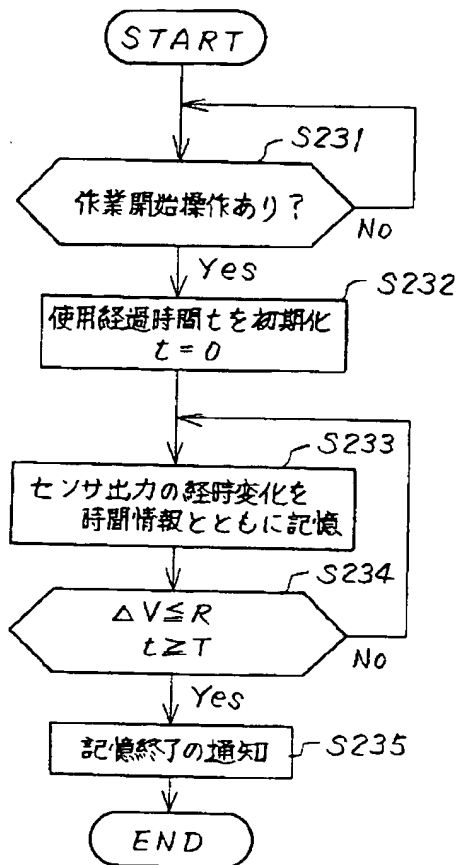
【図54】



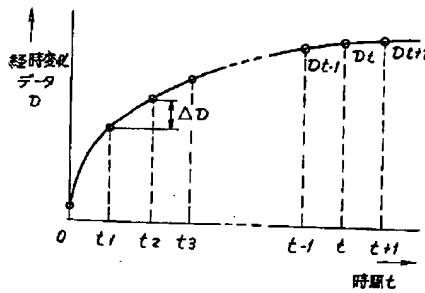
【図53】



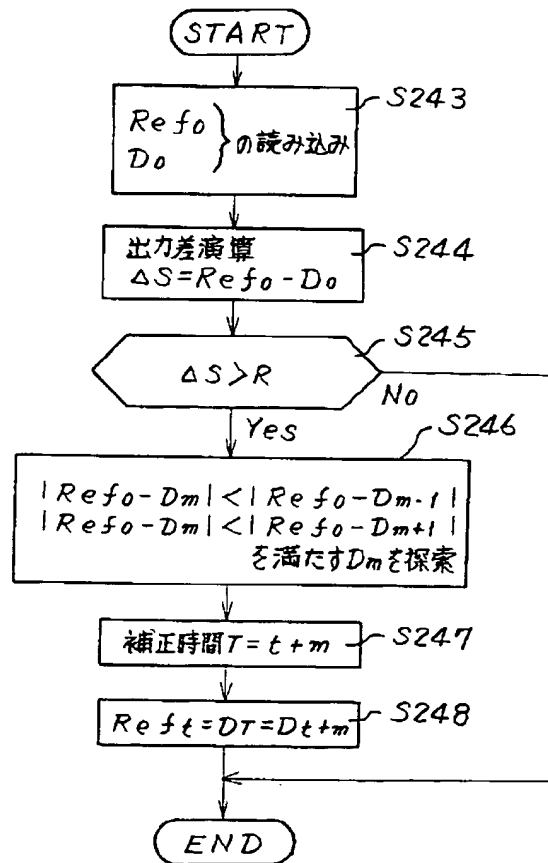
【図56】



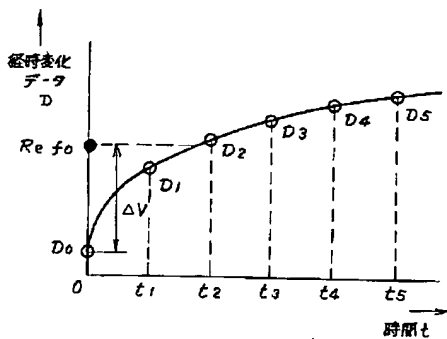
【図57】



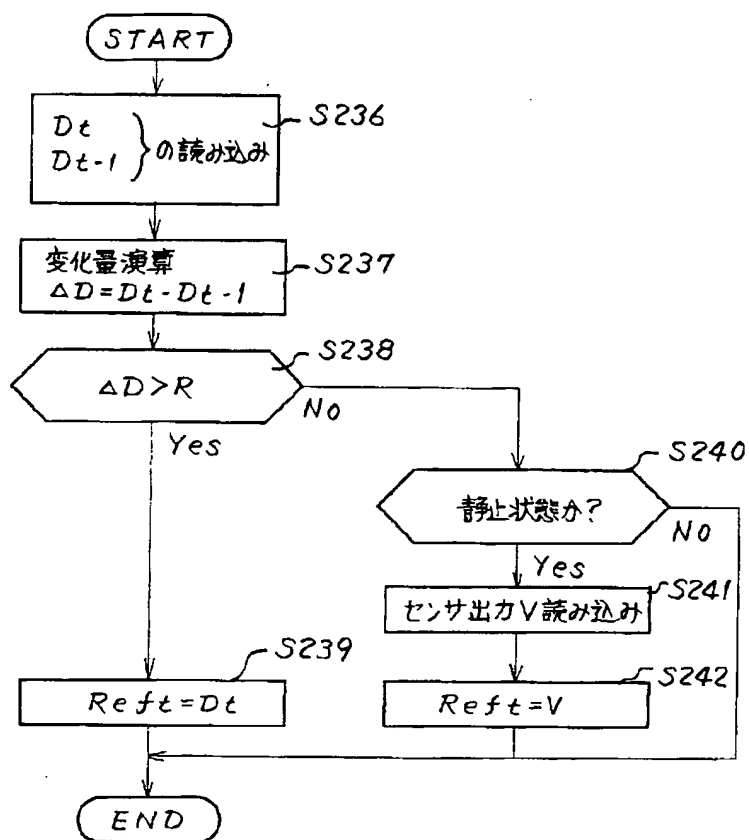
【図60】



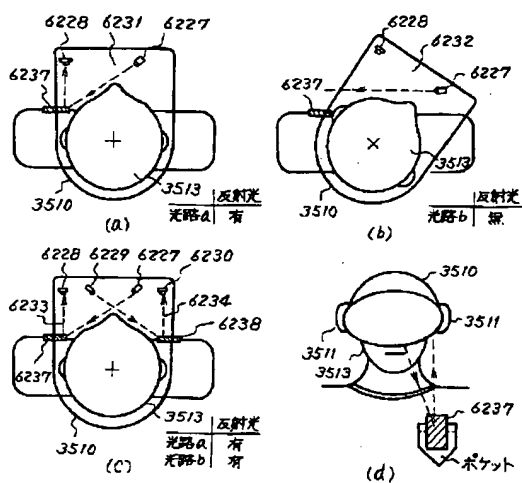
【図59】



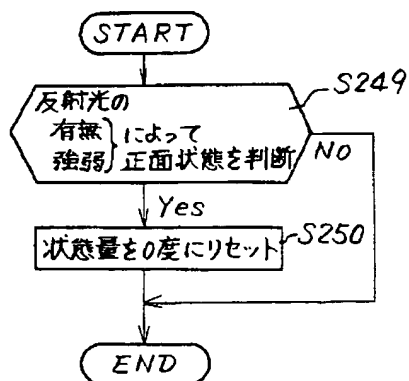
【図58】



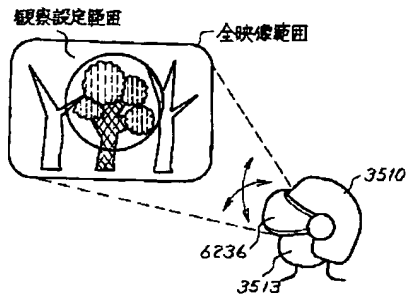
【図61】



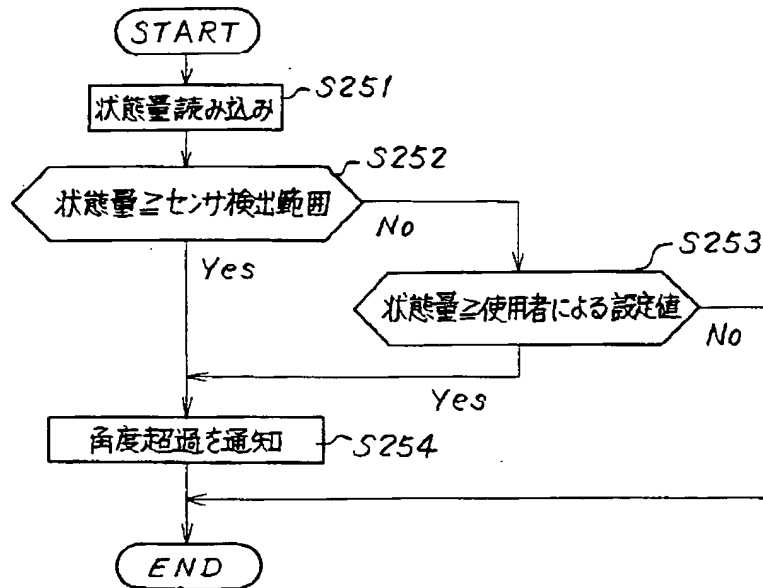
【図62】



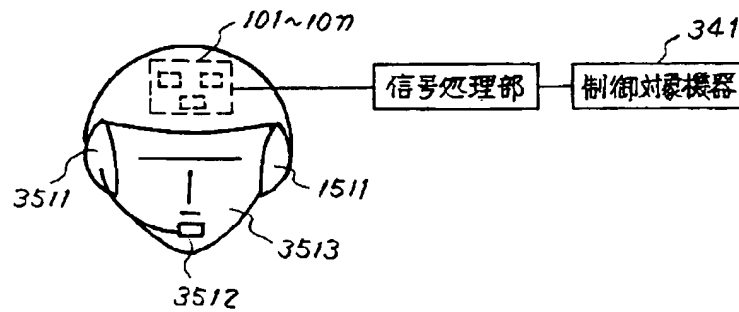
【図63】



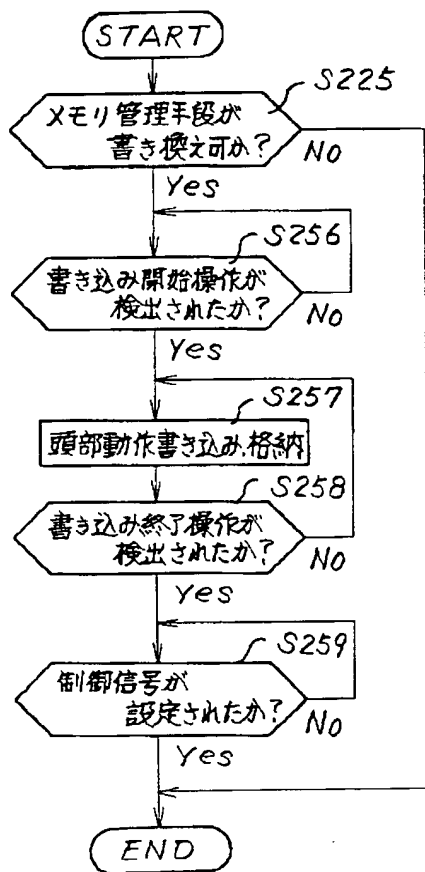
【図64】



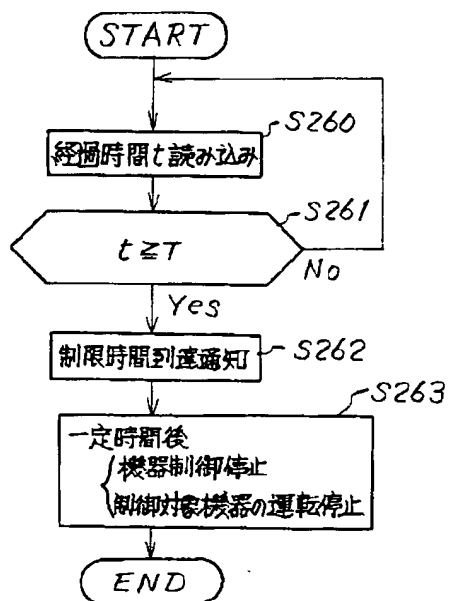
【図69】



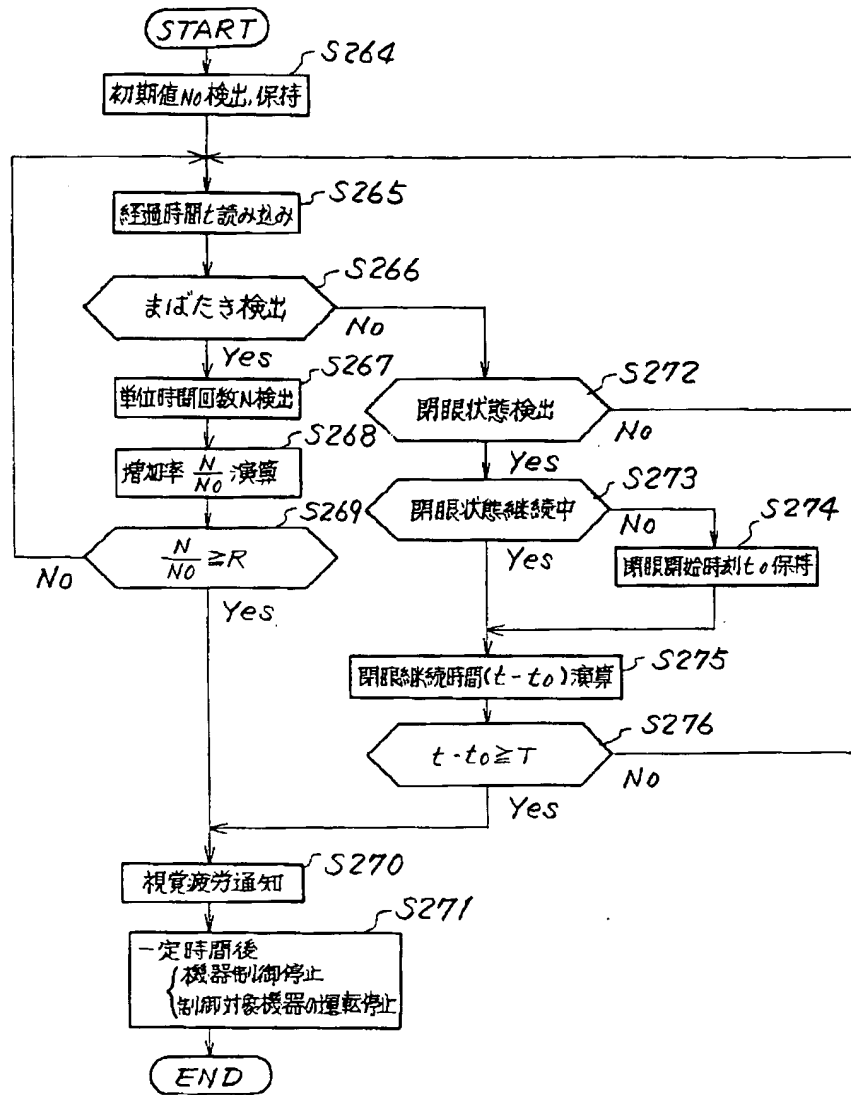
【図65】



【図66】



【図67】



【図68】

